

**EFFECTO DE ASPERSIONES CON EL ACIDO GIBERELICO Y AZUCAR EN EL
DESARROLLO DE PLANTAS DE CAFE (Coffea arabica L.)**

Por

RAUL FIGUEROA ZEVALLOS



Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Turrialba, Costa Rica

Noviembre, 1959

**EFFECTO DE ASPERSIONES CON EL ACIDO GIBERELICO Y AZUCAR EN EL
DESARROLLO DE PLANTAS DE CAFE (Coffea arabica L.)**

Tesis

**Presentada al Consejo de la Escuela de Graduados
como requisito parcial para optar al grado**

de

Magister Agriculturae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

APROBADA: _____ **Consejero**

_____ **Comité**

_____ **Comité**

Noviembre, 1959

A mis padres

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar sus más profundos agradecimientos a los miembros de su Comité Consejero, Dr. Pierre G. Sylvain, Dr. J. Robert Hunter y Profesor Frederick Hardy por el asesoramiento y valiosas sugerencias prestadas para la realización del presente trabajo de tesis.

Al Lic. Rodrigo Umaña por sus consejos en el análisis estadístico de los resultados.

Al Dr. Carlos E. Fernández e Ingenieros Luis A. Montoya y Edilberto Camacho por la colaboración en el transcurso del presente estudio.

Al Programa Cooperativo de Experimentación Agropecuaria en el Perú y a la International Cooperation Administration de los Estados Unidos de Norte América, por haberle brindado la oportunidad de realizar estudios postgraduados.

A la señora Ghislaine de Montoya, al señor Frederick E. Frost y personal de la Biblioteca, por la ayuda en la revisión de la literatura citada.

A la señorita Vera Jiménez por su colaboración en el trabajo manuscrito de la tesis.

A aquellos miembros del personal del Instituto que prestaron su gentil colaboración para llevar a cabo el presente trabajo.

BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de Huánuco, Perú, el 19 de setiembre de 1933. Hizo sus primeros estudios en el Colegio San Luis Gonzaga y los secundarios en el Colegio Leoncio Prado de su ciudad natal.

En 1952 ingresó a la Escuela Nacional de Agricultura "La Molina", en Lima, de donde egresó el año 1956; graduándose de Ingeniero Agrónomo en 1958.

De 1957 a 1958, trabajó en la Estación Experimental Agrícola en Tingo María, como Asistente del Departamento de Horticultura.

En agosto de 1958 ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas para realizar estudios postgraduados mediante una beca concedida por la International Cooperation Administration de los Estados Unidos de Norte América, egresando en noviembre de 1959.

CONTENIDO

	Página
Lista de cuadros	viii
Lista de gráficos	ix
CAPITULO I: INTRODUCCION	1
CAPITULO II: REVISION DE LITERATURA	5
Efectos generales de las giberelinas en las plantas	5
Las aplicaciones de azúcar en las plantas	14
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS	27
Materiales	28
Fecha de iniciación y duración del experimento	30
Tratamientos	30
Aspersiones de Acido Giberélico y azúcar, en cafetos al trasplante	35
Aplicaciones de azúcar y métodos de trasplante	38
Aplicaciones de azúcar y resistencia a la sequía	39
CAPITULO IV: RESULTADOS	40
Incrementos en altura de las plantas, a dos semanas de la primera aplicación de los tratamientos	40
Incremento total en altura de las plantas	42
Diámetro de las plantas	44
Número de ramas	46
Crecimiento de ramas	48
Número de internudos del tallo principal	50
Número y área de las hojas	53
Superficie foliar total por tratamiento	55
Peso seco de las plantas	57
Peso seco de la parte aérea de la planta	59
Peso seco de raíces	61
Porcentaje de materia seca de la parte aérea de la planta	63
Porcentaje de materia seca de las raíces	65
Porcentaje de cenizas en hojas	67
Aplicaciones de Acido Giberélico y azúcar en el trasplante	69
Número de hojas total por tratamiento, al trasplante, a cinco y diez semanas	71

CAPITULO IV (CONTINUACION)

Aplicaciones de azúcar y métodos de trasplante	74
Aplicaciones de azúcar y resistencia a la sequía	76
CAPITULO V: DISCUSION	79
CAPITULO VI: RESUMEN Y CONCLUSIONES	86
SUMMARY AND CONCLUSIONS	93
LITERATURA CITADA	99
APENDICE	105

LISTA DE CUADROS

Cuadro N ^o		Página
1	Incrementos parciales en altura de las plantas . .	40
2	Incremento total en altura de las plantas	42
3	Diámetro de las plantas	44
4	Número total de ramas	47
5	Crecimiento total de las ramas en observación . .	49
6	Número de internudos del tallo principal	51
7	Número y área de hojas, promedio por planta . . .	54
8	Superficie foliar total por tratamiento	55
9	Peso seco total de las plantas	57
10	Peso seco de la parte aérea de la planta	59
11	Peso seco de raíces en gramos	61
12	Porcentaje de materia seca de la parte aérea . . .	63
13	Porcentaje de materia seca en las raíces	65
14	Porcentaje de ceniza en hojas	67
15	Promedios de incrementos en altura de las plantas	69
16	Número de hojas total por tratamiento	71
17	Número de hojas a cinco semanas, en porcentaje al observado al momento del trasplante	72
18	Número de hojas a diez semanas, en porcentaje al observado al momento del trasplante	73
19	Número de hojas total por tratamiento, a cuatro, ocho y doce semanas del trasplante	75
20	Número de ramas a doce semanas del trasplante . .	76
21	Incrementos en altura de las plantas puestas en condiciones de sequía	78

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico N ^o		Página
1 y 2	Crecimiento del tallo principal en cm. dos semanas después de la aplicación de los tratamientos	1
3 y 4	Crecimiento vegetativo total del tallo principal en cm.	2
5 y 6	Diámetro de las plantas en mm.	3
7 y 8	Número de ramas	4
9 y 10	Crecimiento de ramas en cm.	5
11 y 12	Número de internudos del tallo principal . . .	6
13 y 14	Superficie foliar total en dm ²	7
15 y 16	Peso seco total en gramos	8
17 y 18	Peso seco de la parte aérea en gramos	9
19 y 20	Peso seco de raíces en gramos	10
21 y 22	Porcentaje de materia seca de la parte aérea de la planta	11
23 y 24	Porcentaje de materia seca en las raíces . . .	12
25 y 26	Porcentaje de cenizas en hojas	13
27	Estimación del grado de apertura de los estomas mediante la prueba de infiltración con Nujol-Xilol	14

CAPITULO I

INTRODUCCION

La importancia de los factores económicos en la producción del café, ha dado lugar a estudios en varios aspectos relacionados con los costos de producción.

La situación actual de la caficultura, requiere especialmente de la obtención de procedimientos de producción más eficientes, con el fin de proporcionar una mayor utilidad al productor.

A continuación se exponen las razones principales para el presente estudio:

a) Conseguir en plantas en almácigo de Coffea arabica L. un mayor desarrollo, como tal un mejor material para la plantación definitiva.

b) Estudiar el comportamiento de plantas jóvenes de café, a aplicaciones de azúcar, que con una respuesta favorable, nos haría asumir un efecto similar en plantas en producción, en las que produciría un importante beneficio.

c) Como resultado de los tratamientos, conseguir a su vez, plantas con más aptitud de resistir al trasplante y a condiciones de sequía.

En este experimento, se utilizó el Acido Giberélico, basado en una de sus propiedades encontradas, el de promover el crecimiento de las plantas. En el año 1955, aparecieron dos trabajos describiendo

este efecto de las giberelinas,^{*} (10, 36) luego, resultados de muchos experimentos se han venido publicando, en un número cada vez más creciente.

En adición a los cuatro o más tipos de Acido Giberélico, designados en Inglaterra A_1 , A_2 , etc.; se han encontrado ahora varios derivados, los cuales pueden tener diferentes efectos en las plantas (13). Se cuenta a su vez, con varias giberelinas soviéticas, dos de las cuales han sido extraídas de actinomicetos, y nombrados igualmente A_1 y A_2 , mientras otros han sido obtenidos de una levadura y un hongo, denominándolos D y G, respectivamente (37).

Las múltiples respuestas de las giberelinas, han dado lugar a estudios con el fin de darle varias aplicaciones prácticas, tal como el establecer un cultivo, bajo condiciones marginales de medio ambiente.

Las aspersiones de azúcar se hicieron, basado en experimentos previos (62), en los que se encontró, que proveyendo con azúcar a ciertas plantas, se incrementó la velocidad de crecimiento; en este caso la formación fotosintética de carbohidratos, se encontraba limitando el desarrollo.

Went (62), de los resultados que obtuvo, sugiere que el simple método de introducir azúcar a plantas de tomate, puede ser usado en

* Nombre genérico para un grupo de sustancias similares pero con ciertas diferencias químicas en las que se incluye el Acido Giberélico.

una variedad de experimentos.

Sylvain (54), de una revisión de literatura sobre fotosíntesis de Coffea arabica L., concluye que la intensidad baja de fotosíntesis del café puede ser un factor limitante en las cosechas y favorecer el desarrollo del Die-back y otros trastornos fisiológicos.

Cooil (22), de unos estudios realizados, informa que durante el gran período de crecimiento del fruto, si la depresión de carbohidratos es también rápida y severa, el crecimiento vegetativo puede ser limitado. Como consecuencia la superficie de producción del siguiente año, así como también el área foliar y por ende la capacidad de la planta para la fotosíntesis de la cosecha presente y venidera, resultan afectados.

Se contemplaron tratamientos combinados del Acido Giberélico y azúcar, con el propósito de obtener un efecto sinérgico positivo y de acuerdo a trabajos anteriores (1), adicionando azúcar a las aplicaciones de Acido Giberélico, contrarrestar la reducción del peso seco de raíces, producido por esta última substancia (1).

El presente estudio se realizó bajo dos intensidades de luz, que son las más comunes de cultivar café. Los trabajos que se han efectuado estudiando intensidades de luz y en interacción con otros factores, dan cuenta de cambios morfológicos operados en las plantas (29, 32). En este caso se trata de ver efectos de los tratamientos bajo dos condiciones de luminosidad. Condiciones éstas, donde las plantas crecen con diferentes microclimas; con un contenido hormonal

distinto, asumiéndose que sea mayor bajo sombra.

Con el objeto de influir en la resistencia al trasplante y a períodos de sequía, se hicieron tratamientos con estos productos y pruebas de infiltración con Nujol - Xilol, respectivamente.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

Efectos generales de las giberelinas en las plantas

Buckovac y Wittwer (14), señalan varios factores que pueden afectar la acción de las giberelinas en las plantas: especie de planta, variedad, nutrición mineral, luz, temperatura, edad de las plantas, tipo de tratamiento, dosis y lugar de aplicación del producto.

El efecto en el metabolismo se ha venido observando desde los primeros estudios. Un aumento en el peso seco de las plantas tratadas, ha sido dado a conocer en varios trabajos (14, 48, 65). Brian, citado por Stowe y Yamaki (52), sugiere que el aumento considerable en el peso seco de las plantas tratadas, como resultado de las giberelinas se debe a un incremento en la fijación total de Carbono. Haber y Tolbert (30), creen que se debe a una promoción de la fotosíntesis. Alvim (1), informa que el mayor grado de asimilación neta en las plantas que reciben Acido Giberélico se debe probablemente a la remoción más rápida de productos fotosintéticos de las hojas.

Como resultado del uso de dosis altas (25) se informa de una alteración del contenido de clorofila, causando una clorosis pronunciada, semejante a la producida por deficiencia de Nitrógeno. Ergle (27), da cuenta que la clorosis estuvo asociada con un contenido bajo de cenizas y Nitrógeno, en hojas y tallos. Como interpretación de sus resultados, sugiere una interferencia con el metabolismo del Nitrógeno,

en un nivel inhibitorio de Acido Giberélico.

Como acción de las giberelinas se ha informado (36) de una promoción de la respiración de partes en crecimiento de plantas tratadas y de semillas.

En estudios en que se compararon la acción de las giberelinas con algunas auxinas, se sacaron ciertas conclusiones. Brian (11), encontró estudiando las giberelinas en comparación con Indol-3-Acido Acético (I.A.A), en todos los aspectos se comportó diferentemente. Kato (36), encontró que los efectos fisiológicos de las giberelinas, son muy diferentes de aquéllos de I.A.A. Lockhart (39), informa que la giberelina puede reemplazar casi completamente el extremo apical en la promoción de alargamiento de la región sub-apical del tallo de arveja, encontró que este efecto no puede ser reemplazado por el I.A.A., de lo que concluye que una giberelina natural es producida por la planta de arveja.

Brian (9), encontró que aunque el Acido Giberélico, presenta similitudes con las auxinas en los efectos producidos, no es considerada como tal. Esta actividad se atribuiría a una neutralización de un sistema inhibitor del crecimiento, el cual normalmente limita este proceso. Este sistema inhibitor puede ser una enzima, destruyendo el sistema enzimático, siendo la caracterización del inhibitor no esencial para el argumento desarrollado.

De las respuestas de las células de las plantas, se informan de resultados diversos. Stowe y Yamaki (52) citan trabajos, donde los

efectos observados fueron de aumentos en la división celular, otros donde se tuvo alargamiento de células; por último uno, donde se encontró un efecto en la división y alargamiento celular. Kato (36), indica que el crecimiento encontrado parece resultar más bien de un alargamiento de células, que de una multiplicación de las mismas.

Applegate (3), en un estudio de temperaturas y fotoperiodismo, con plantas tratadas con Acido Giberélico, encontró efectos en el alargamiento internodal, como interacción de ciertas temperaturas y concentraciones de Acido Giberélico. Del estudio del fotoperiodismo, pareció encontrar solamente un efecto indirecto en la inducción del crecimiento causado por el Acido Giberélico.

Como efectos desfavorables de las giberelinas (25), se informa de un particular excesivo crecimiento, con susceptibilidad al "volcamiento" de las plantas. La clorosis que se presenta de usar dosis altas, puede resultar en desventaja. Semillas tratadas, al germinar producen plantas muy altas y delgadas. En otros casos plantas tratadas pueden llegar a ser más susceptibles a enfermedades.

Estudios de toxicidad se hicieron (25), en algunos animales, encontrándose que el Acido Giberélico parece ser inofensivo, en las concentraciones normalmente usadas.

Varios trabajos informan de las posibilidades de las giberelinas, como un medio de inducir importantes respuestas en las plantas. Se cree que puede influir en los siguientes procesos: en el crecimiento vegetativo, madurez de cosecha de hojas y frutos, floración temprana,

reemplazar requisitos de temperatura y luz para la floración, acelerar la producción de semillas de anuales y bianuales, incrementar la formación de frutos, propiciar el desarrollo de frutos partenocárpicos, obtener una germinación más uniforme y rápida, inducir un rápido establecimiento al trasplante, estimular el letargo de tubérculos y epicotilos, disminución del enanismo. En las enfermedades de las plantas, contra la acción del efecto del estancamiento producido en las plantas por acción de los virus (10, 23, 31, 36, 40, 48, 52 y 65).

Efectos específicos de las giberelinas en el Coffea arabica L. y otros cultivos

En los pocos trabajos efectuados en café con el Acido Giberélico, se informa entre otros efectos, en casi todos los casos, una promoción en el crecimiento.

Castillo y Calle (18), utilizando plantas de Coffea arabica L. variedad Bourbón, cuando en éstas se iniciaba el crecimiento del segundo par de hojas, se les puso en macetas bajo condiciones de invernadero. Las plantas materia de tratamiento recibieron aplicaciones cada dos días, de Acido Giberélico 500 p.p.m. en solución comercial, durante tres meses. Después de cuarenta días se reanudó los tratamientos cada semana, esta vez utilizando el producto en lanolina a la misma concentración. Como resultados de los tratamientos, encontraron: un alargamiento mayor de los tallos en 55%. Un menor peso seco de raíces, peso de las hojas y del área foliar en 34, 26, y 30%, respectivamente. En las ramas observaron un efecto inhibitorio en el

crecimiento. Las hojas resultaron alargadas, angostas y sin domacias. En cierta etapa se presentó en las plantas una clorosis.

Carvajal (17), utilizó plántulas de Coffea arabica L., variedad Villalobos, en macetas, las que fueron trasladadas al invernadero cuando sólo tenían las hojas cotiledonales. En este experimento se hizo seis tratamientos: 0, 100, 200, 300, 400 y 500 p.p.m., 0.1 ml. por planta, respectivamente, repetidos tres veces, usando un diseño de bloques al azar. Los tres bloques recibieron una aplicación inicial de los tratamientos, luego a los dos meses, se hicieron aplicaciones adicionales de Acido Giberélico. Uno de los bloques recibió aplicaciones mensuales, otro bimestrales, y un tercero se dejó sin tratamiento. Como resultado de la primera aplicación de los tratamientos, se encontró una relación lineal bastante definida entre la altura y dosis de Acido Giberélico. El diámetro del tallo, con los tratamientos realizados, mostró diferencias significativas favorables. A los seis meses los resultados fueron: en las plantas que al reanudarse los tratamientos, recibieron aplicaciones cada mes, se observó un mayor vigor y altura. En cambio las plantas que no recibieron tratamientos adicionales, resultaron con menor desarrollo. Las diferencias en el total de hojas, no mostraron significancia. Con las dosis altas (400 y 500 p.p.m. de Acido Giberélico, respectivamente), se encontró crecimiento excesivo, las plantas aparecieron con hojas más cortas y angostas.

Jiménez (34), en sus trabajos con Giberélico, utilizó plantas de

Coffea arabica L., de las variedades Bourbon y typica, en ciertas etapas de desarrollo.

Como efecto de los tratamientos a la yema apical de las plántulas que mostraban solamente el par de hojas cotiledonales; en condiciones de invernadero, utilizando concentraciones de Acido Giberélico de 0, 8, 40, 200 y 1000 p.p.m., administradas en una gota de solución acuosa, a los dos meses encontró: que las plántulas que no recibieron tratamiento duplicaron su altura original, mientras que las tratadas con 8 ó 40 p.p.m. aumentaron de tres a cinco veces su altura en ese período de tiempo. Las plantas que recibieron 200 ó 1000 p.p.m. mostraron respuesta igual a la producida con dosis menores. En las hojas se observó un alteramiento de la relación largo-ancho, siendo mayor en las hojas del segundo par, en comparación al primero. El alargamiento del primer internudo se vió que con las dosis más bajas resultaron más eficaces. El diámetro de las plántulas con la dosis 1000 p.p.m. parece que fue menor.

En otro experimento en condiciones a su vez de invernadero, con plántulas de café, cuando el estado de desarrollo mostraba el primer par de hojas verdaderas, de las aspersiones hechas con las concentraciones de 0, 25, 75, 225 y 675 p.p.m.; encontró que la eficiencia igual al estudio anterior fue mayor cuando se usó las concentraciones bajas. Se observó en este caso también cambios en las relaciones largo y ancho de la hoja, y la altura de las plantas, con relación a su diámetro. Se pudo notar un recuperamiento de las hojas más

afectadas por el Acido Giberélico, en este experimento.

De las aspersiones con 0, 25, 75, 225 y 675 p.p.m. de Acido Giberelico, un día antes del trasplante, se encontró que estos tratamientos no influyeron en el efecto retardador ocasionado por el trasplante. En cambio se encontró una mayor defoliación, una muerte descendende de las bandolas y clorosis de las hojas nuevas.

Montoya (45) estudiando la renovación de cafetales mediante la práctica de doblar el tallo principal de la planta, denominada "agobio" con plantas de Coffea arabica L., de treinta años de edad, a las que se aplicó Acido Giberélico, en concentraciones de 0, 75, 150 y 300 p.p.m., con frecuencias de una, dos y cuatro aplicaciones, respectivamente. Como resultados preliminares encontró que la dosis 75 p.p.m., produjo mayor crecimiento en los brotes; la concentración 300 p.p.m. dió diferencias favorables en cuanto al número de brotes, diferencias que alcanzaron nivel de significancia. En lo que se refiere a la frecuencia de aplicaciones, mejores resultados observó, cuando se repitió cuatro veces. Una mayor eficiencia del Giberélico, cuando fue usado en ungüento (lanolina), que en solución.

Jones (35), realizó una prueba usando plantas de café en producción, a las que aplicó una concentración de 100 p.p.m. de Giberélico, con las siguientes frecuencias: cero, una, dos y seis veces. En observaciones llevadas por tres meses, encontró que el control (sin aspersiones), alcanzó un mayor crecimiento en relación a las plantas tratadas, excepto al final del período, cuando todas las plantas

entraron en descanso; sugiere que el Acido Giberélico, no tuvo efecto en esas condiciones.

Monaco y Carvalho (44), en mutantes de Coffea arabica L., con el uso de Acido Giberélico en una concentración de 1000 p.p.m., encontraron una respuesta inmediata en las plantas crespa, mucronata y crassinervia, que mostraron los internudos muy alargados, particularmente los más próximos al punto de crecimiento. Los tallos aparecieron débiles, las hojas mostraron diferentes formas. Efectos similares, encontraron igualmente en plantas de San Ramón y San Bernardo. Por el contrario en el mutante nana, no se encontró respuesta a los tratamientos. Notaron a su vez, que los efectos del Acido Giberélico, en estimular el crecimiento de las plantas, desaparece después de dos a tres meses de realizadas las aplicaciones.

En otras especies de plantas, como resultado de las aplicaciones de las giberelinas en muchos casos se ha encontrado un marcado estímulo del crecimiento.

Buckovac y Wittwer (14), utilizando el Acido Giberélico de 10 a 20 p.p.m. por planta, en varias especies de hortalizas, encontraron un marcado alargamiento de internudos y una expansión del área foliar.

Marth y otros (43), trabajando con 49 clones de plantas representantes de varios géneros, especies, variedades e híbridos; encontraron en la mayoría de ellos una respuesta principalmente al crecimiento, en especial en tallos que habían iniciado el alargamiento.

Alvim (1), en plantas de frijol, encontró que el Acido Giberélico

produjo un aumento promedio en porcentaje de 141.3 de la altura.

Rappaport (48) en plantas de tomate, con aplicaciones de Acido Giberélico en concentraciones de 100 y 200 p.p.m. dos veces por semana; encontró un incremento significativo en el alargamiento total de los tallos de las plantas.

Ergle (27), observó que el Acido Giberélico incrementó la longitud del tallo principal de plantas jóvenes de algodón, en proporción a la cantidad total aplicada en el intervalo de 10 a 1000 p.p.m.

Mc Vey y Wittwer (42), con aplicaciones foliares de giberelina en varias plantas leñosas ornamentales, encontraron marcado alargamiento de tallos, incremento del número de nudos, continuo crecimiento de brotes, que de otro modo permanecerían en letargo. El aumento del crecimiento terminal en unos casos no produjo pérdida del valor estético.

Bradford y Ewing (8) en plántulas de algodón recién emergidas, usando aspersiones en dosis de 25, 50, 100, 200 y 500 p.p.m. de Acido Giberélico, encontraron mayor altura de las plantas, longitud y ancho de cotiledones, longitud del primer internudo.

Barton (5), utilizando plantas fisiológicamente enanas de Malus arnoldiana Sarg, con tratamientos de Acido Giberélico en lanolina o en solución acuosa, consiguió un aumento en el crecimiento, con un alargamiento de internudos característico, eliminándose la condición enana.

Las aplicaciones de azúcar en las plantas

La utilización de azúcar por las plantas, como resultado de aplicaciones, es de particular interés; sobre todo si se considera su importancia para un desarrollo continuo. Los experimentos con el fin de conseguir un aumento del contenido de hidratos de Carbono en las plantas, por aplicaciones de azúcares solubles, ha sido tema de varios estudios desde el siglo pasado.

Weatherley (58), refiriéndose a los primeros trabajos hechos al respecto, cita entre otros al de Boehm, que en 1883, después de trabajar con hojas desprendidas, informó que la absorción de sucrosa sufrió primero una hidrólisis en la solución, la glucosa y fructosa que se formaron fueron absorbidas por las células de las hojas. El de Meyer, que en 1886, de sus estudios dió cuenta de una superioridad de la sucrosa en una mezcla de glucosa y fructosa, en promover la formación de almidón; de lo que opinó que la sucrosa fue absorbida directamente.

Went y Carter (62), citan otros trabajos, hechos con posterioridad a los antes mencionados, así el de Knudson y Lindstrom realizados en el año 1919 y el de Rischlon y Bulanowa, en 1931, que pusieron en evidencia la absorción de azúcar por las plantas de maíz sin clorofila, mantenidos en cultivos esterilizados. El trabajo de Spoehr, quien en 1942, encontró buenos resultados cuando el azúcar fue aplicado a las hojas. Los estudios de Gorham en 1945 y Loo en 1946, que con aplicaciones de azúcar aumentaron el crecimiento de Spirodela

polyrrhiza (L) Schleid y Baeria chrysostoma Fisch & Mey, bajo condiciones óptimas de luz, concluyendo de estos resultados, que la fotosíntesis en estas plantas estaba deficiente.

Mayores progresos en la materia, resultaron de los estudios iniciados por F. Went en California, que con ensayos metódicos y minuciosos, sacó en claro entre otras explicaciones, una relacionada con el proceso de absorción del azúcar.

De los estudios con el fin de comparar el comportamiento de los azúcares aplicados a las plantas, Linden y Tilkin (38), en una revisión de literatura al respecto, informan de un estudio que se hizo con el fin de ver el comportamiento de tres azúcares, que se inyectaron a tallos de pepino, con el fin de estimular el crecimiento, los mismos que se clasificaron en el siguiente orden: levulosa, dextrosa y sucrosa. Estas diferencias resultaron de poca importancia cuando se tomó como unidad de comparación la molécula gramo.

Street y Lowe (53), estudiando el mecanismo de absorción de sucrosa por raíces cortadas: observaron que raíces cortadas de tomate, rápidamente utilizan sucrosa como fuente de Carbono. Dextrosa es solamente hábil para mantener una lenta velocidad de crecimiento y da origen a raíces mostrando deficiencias de carbohidratos. Galactosa, mannosa, arabinosa, xylosa, rhamnosa, levulosa, maltosa y rafinosa no pueden ser usados como fuentes de Carbono. Dextrosa parece actuar como inhibidor que compite con la utilización de sucrosa.

De estos estudios surge la hipótesis, que el mecanismo de

utilización de sucrosa, por raíces cortadas de tomate, implica una fosforilisis en la superficie de las células que absorben.

Las investigaciones que se han efectuado, dan cuenta de una serie de técnicas desarrolladas, incluyendo métodos radiactivos; con el fin de obtener mayores conocimientos en este problema.

De experimentos sobre absorción: Weatherley (58), observó que la absorción de sucrosa en discos de hojas de Atropa belladonna L., claramente no fue materia de inversión externa, seguida por la absorción de la hexosa así formada. La sucrosa debe haber sido absorbida como tal, o si fue dividida en sus hexosas constituyentes en la superficie de la célula, esas no habrán tenido oportunidad de difundirse distantes en la solución circundante. No hay información al presente de la naturaleza del proceso, por el cual la sucrosa puede penetrar rápidamente en las células del mesófilo de la hoja de esta planta. Parece ser un proceso activo, desde que la absorción es inhibida grandemente bajo condiciones anaeróbicas.

Según el mismo autor (59), de varias especies usadas Atropa belladonna L., mostró mayor absorción. En este caso la velocidad de absorción de concentraciones equimoleculares de glucosa y sucrosa fueron casi idénticas. El azúcar pareció entrar por los bordes cortados más que por la superficie de los discos. La transpiración de los discos incrementó la velocidad de absorción de azúcar. De sus resultados concluye que la absorción de azúcar parece probar una transferencia activa, más bien que una absorción pasiva.

En estudios de concentraciones, Böhning y otros (6), utilizando sucrosa en el crecimiento de tallos y hojas de tomate, hallaron una proporcionalidad directa entre el alargamiento del tallo y hoja, con la concentración de sucrosa en el intervalo de 0.0 - 0.4 M. En base a este resultado, para el estudio del efecto de la temperatura en la translocación de carbohidratos, se utilizó la concentración 0.4 M.

Street y Lowe (53), encontraron en raíces separadas de tomate, de las concentraciones probadas de sucrosa, la del 2% resultó superior a las otras. Una concentración de 4% o superior causó una marcada detención en la velocidad de crecimiento.

Boll (7), usando concentraciones de sucrosa, con tratamientos a raíces cortadas de tomate, observó una respuesta en el crecimiento longitudinal del eje principal, producción y crecimiento de laterales, peso fresco y seco, y porcentaje de materia seca. El crecimiento más satisfactorio se encontró en un medio que contenía 1.5% de sucrosa.

En experimentos realizados en inter-relación a otras sustancias y el rol que desempeñan ciertos elementos en el proceso de absorción de azúcar: Rohrbaugh y Rice (49), estudiando el efecto de aplicaciones de azúcar en la translocación de la sal sódica de 2-4-D, notaron que fructosa y glucosa resultaron más efectivas significativamente que sucrosa, en aumentar la translocación de los reguladores del crecimiento.

Emmert y Klinker (26), en plantas de tomate, encontraron que soluciones equimoleculares de sucrosa, mezclada con soluciones de urea,

evitaron en todos los casos la quemadura producida por la urea. Las aplicaciones de sucrosa, hizo posible usar una dosis hasta de diez veces mayor, sin producir quemaduras. Además las aplicaciones de sucrosa incrementaron el contenido de este compuesto en hojas y frutos. La calidad y el sabor de los frutos a su vez resultaron mejores.

Ozaki y Carew (46) en tomate y frijol, encontraron que la sucrosa aplicada al mismo tiempo que la urea, previno el daño de este compuesto; por otro lado redujo el peso fresco producido.

Alvim (1), estudiando la asimilación neta y el hábito de crecimiento del frijol, encontró que la reducción en peso seco de la raíz, inducida por el Acido Giberélico, puede ser controlado efectivamente por aspersiones con sucrosa al 10%. Al igual que el Acido Giberélico, el azúcar, resultó efectivo en la protección al follaje contra daños causados por las aspersiones con urea al 2%.

Gauch y Dugger (28) sugieren un rol esencial del Boro en las plantas, en el proceso de absorción y translocación del azúcar. En este estudio, de una planta de tomate, una hoja fue inmergida en una solución de sucrosa marcada, antes a esta solución se había añadido Boro en una concentración de 10 p.p.m. Se encontró que el extremo del tallo principal de la planta tuvo 550% más radiactividad, que si la solución no contenía Boro. Sus resultados los interpretaron diciendo que una reacción entre el Boro y el azúcar tiene lugar, formándose un complejo Boro-azúcar ionizable, el cual se mueve a través de la membrana celular más rápido que una molécula no boratada o no ionizada.

Sisler y otros (50), observaron que plantas de tomate bien provistas de Boro, expuestas a $C^{14}O_2$, translocaron un gran porcentaje de los productos de fotosíntesis a cuatro días de cortarse la provisión de Boro en un experimento y a dos días en otro. Estos resultados se repitieron, con sólo una excepción, a través de catorce días. De estas observaciones sugieren un rol para el Boro, en la translocación de azúcar en las plantas de tomate.

Dugger y otros (24), en sus estudios observaron, que después de un período oscuro, hojas de frijol sintetizaron más almidón, cuando fueron puestas para que se produzca infiltración en una solución de glucosa al 4%; que cuando fueron puestas en estas mismas soluciones a las que se les había añadido varios niveles de Boro. Concluyeron que la translocación de azúcar se incrementó cuando el Boro está presente en la solución de azúcar tratado.

Vittorio y otros (56), utilizando hojas desprendidas de tabaco, puestas por seis horas en soluciones de glucosa y glucosa-fosfato, trazadas con C^{14} , encontraron que la actividad específica de la fructosa libre, es considerablemente baja en relación a la fructosa-porción mitad de la sucrosa. El almidón formado, como producto de la fotosíntesis de hojas de tabaco, en presencia de $C^{14}O_2$, resultó radiactivo. Cuando la glucosa y glucosa-1-fosfato con C^{14} , son introducidos en hojas, el almidón depositado contiene solamente una pequeña cantidad de actividad.

En estudios de aplicaciones de azúcar en relación a factores de

medio ambiente: Went y Carter (62), estudiando en plantas de tomate mantenidas en oscuridad, encontraron que los carbohidratos dejan de ser utilizados, después de treinta a cincuenta horas en que las plantas son mantenidas bajo esta condición. Después de este período de tiempo, todo proceso que requiere energía respiratoria, cae a un nivel bajo. Este nivel puede ser levantado otra vez, después de quince a veinte horas de la aplicación de sucrosa al 10% a las plantas.

Los mismos investigadores (62), estudiando la absorción del azúcar, en relación a algunos factores de medio ambiente, encontraron que la absorción ocurrida por las hojas fue independiente de la humedad del aire. En este caso el grado higrométrico del aire no tiene influencia apreciable en la absorción de azúcar. En cambio la absorción por el tronco depende de la escasa saturación de humedad del aire; así en cortes practicados en tallos, hubo mayor cantidad de absorción a baja, que a alta humedad. En plantas mantenidas en cuarto oscuro las aplicaciones de azúcar incrementaron grandemente la velocidad del crecimiento, prolongando la vida de las plantas.

Con plantas bajo luz natural, los tratamientos con azúcar aumentaron el crecimiento y producción de flores. Este estudio lo hicieron en invernadero y en condiciones de invierno de latitudes del norte. La interacción de luz y temperatura, con plantas en invernadero dió resultados variables. Mejores respuestas se observaron con tiempo algo nublado y más en invierno que en verano. Con las aspersiones continuadas de azúcar a bajas temperaturas notaron un amarillamiento

de las plantas que fue más acentuado en tiempo claro soleado. Los tallos presentaban una consistencia dura y quebradiza. Los peciolos formaban un pequeñísimo ángulo con la vertical que corresponde a su posición normal de noche. De estos experimentos concluyeron que dos factores ambientales son importantes: la temperatura, especialmente la fototemperatura debe ser alta, tal como 26°C y la intensidad de luz moderada, condiciones de tiempo nublado.

Böhning y otros (6), observaron que el óptimo de temperatura para el transporte de carbohidratos, en plantas de tomate, resultó ser aproximadamente de 24°C; el coeficiente de temperatura para la translocación de estos compuestos fue de 1.5 aproximadamente, en el intervalo de 12-24°C.

Weatherley (58), encontró que la luz tuvo poco efecto en la velocidad de absorción de azúcar en un estudio con varias especies de plantas. El coeficiente de temperatura de absorción de azúcar fue de 1.57 entre 18 y 28°C, y de 1.83 entre 5 y 15°C.

En cuanto a las formas de aplicación del compuesto, Linden y Tilkin (38), refieren la comparación estudiada entre la pulverización y la inmersión hecha de hojas en una solución de azúcar, en la que se encontró respuestas más favorables para la inmersión. Sin embargo, el procedimiento último citado, en la práctica de campo es irrealizable; además después de algunos días de inmersión las hojas se marchitan.

La concentración de 10% de azúcar, ha resultado ser la mejor; esta

concentración no está en proporción de quilibrio con la presión osmótica del jugo celular. En estudios realizados en tomate, se vió que conviene disminuir la concentración para las plantas más viejas. Además se recomienda la utilización de 0.025% de sulfanilamida para impedir el desarrollo de hongos; y con el fin de que las pulverizaciones cubran las hojas, incorporar un adhesivo. La solución de azúcar comercial al 10%, se debe preparar en agua ligeramente tibia. Cabe hacer notar que el azúcar comercial no es muy aconsejable, por producir quemaduras en las plantas jóvenes. Los tratamientos como ya se ha visto en otros experimentos, se deben hacer cuando el tiempo está nublado a razón de dos pulverizaciones por semana. Sin embargo, si la acción del sol se manifiesta antes que el follaje haya absorbido toda la solución, con el fin de evitar la formación de una película de azúcar sobre las hojas, se recomienda asperjar agua en abundancia sobre las plantas tratadas, para quitar la solución del producto, que ha sido depositado sobre las hojas.

Aplicaciones a diferentes partes de la planta: Went y Carter (62), encontraron que hojas intactas absorben en corto tiempo, aparentemente por toda la superficie y no especialmente por los estomas. En cuanto a la forma de penetración de los azúcares, no encontraron evidencia que la entrada fue por vía de los estomas, al no haber infiltración del espacio intercelular, aunque esto fue visto después de la inmersión o aspersión.

Linden y Tilkin (38) refieren, que el azúcar penetra en las hojas

a través de la epidermis. Una aplicación de azúcar sobre las hojas intactas produce un crecimiento de 32.4 mm., en tres días. Mientras que con incisiones practicadas en las nervaduras de las plantas no se altera más el crecimiento que queda en 32.2 mm. a un período de tiempo igual. Con incisiones practicadas en el mesófilo de las hojas se observó un alargamiento de 43.6 mm., en comparación los testigos que no recibieron tratamiento crecieron solamente 9 mm. Una comparación entre el haz y el envés de las hojas dió, un alargamiento de 15.8 mm. en seis días para las no tratadas, incrementos de 27 mm. para el tratamiento al haz de la hoja y de 37 mm. para el envés, en el mismo período de tiempo.

Una mayor absorción del envés de la hoja se podría atribuir a un espesor menor de la cutícula de esta superficie o al mayor número de estomas que se encuentran en esta cara. Un estudio acerca de la influencia de la apertura de los estomas sobre la absorción de azúcar, se hizo con plantas de tomate que fueron ubicadas en la oscuridad, lugar en que los estomas se cierran completamente, luego estas plantas vueltas a condiciones de luz, abren sus estomas en treinta minutos. Basado en este fenómeno, de las pruebas efectuadas, se encontró que el crecimiento fue de 83.5 mm. para las plantas que recibieron tratamiento con los estomas cerrados y 63 mm. en plantas con los estomas abiertos. De este resultado, se concluyó que la absorción de azúcar se efectúa a través de la cutícula, y es el espesor de ésta, el que influirá en el proceso.

De las aplicaciones a las raíces, Went y Carter (62), en plantas de tomate encontraron, que hubo muy poca absorción. En otros estudios (38), la aplicación de azúcar no dió ninguna diferencia significativa, en relación al testigo.

En los tallos se vió que la absorción se produce principalmente a través de las heridas practicadas, en este caso se encontró que la presencia de hojas era esencial (62). En otro experimento se encontró que la absorción de azúcar se efectuó a través de los tejidos de los troncos principales, la entrada de la solución se facilitó al quitarse un anillo de corteza o el practicar incisiones en el tronco (38).

Como respuesta de diferentes especies al tratamiento con azúcar, se han obtenido los siguientes resultados:

En el tomate, se observó cambios en la velocidad de crecimiento y floración, en comparación a las plantas no tratadas (62). Linden y Tilkin (38), a su vez refieren un experimento hecho en este cultivo, por investigadores holandeses, quienes emplearon series combinadas de luz artificial y de pulverizaciones con azúcar. Con uno de estos tratamientos, a seis semanas del inicio de la cosecha, el aumento en el rendimiento constatado estaba en el orden de 400 gramos por planta, en relación a las plantas no tratadas.

Smith y Zink (51), estudiaron el efecto de aspersiones de sucrosa al follaje, en el trasplante en tomate. Como resultado encontraron una mejor respuesta cuando la disminución del contenido de carbohidratos en las plantas, fue inducido por el almacenamiento en la

oscuridad; o por un metabolismo a mayor velocidad, debido a las temperaturas altas de la plantación. En este caso las plantas tratadas con sucrosa, mostraron baja mortalidad y choque al trasplante, en relación a las plantas testigos.

En estudios con pepino, de las pulverizaciones hechas con azúcar, encontraron que aún retardando el desarrollo de la planta joven, propiciaron más tarde en ésta, mayores rendimientos, especialmente en las cuatro primeras semanas de cosecha (38).

En trabajos con lechuga, como efecto de los tratamientos, las plantas mostraban un estancamiento en el crecimiento, presentando hojas cortas y estrechas. Los rendimientos obtenidos en un lote tratado, resultaron 25% inferior al lote testigo. Estos resultados desfavorables, hicieron pensar ya sea en una influencia inhibitoria de la sulfanilamida usada, para prevenir el desarrollo de hongos; o a la acción del azúcar mismo, cuyo efecto, consideraron comparable a la radiación roja, del espectro (38).

En fresa, a su vez de experimentos combinados con luz artificial y solución de azúcar, los lotes tratados aumentaron los rendimientos un 20%, en comparación al testigo (38).

Los experimentos sobre el uso de aspersiones con azúcar, para permitir su generalización en la práctica, requieren de estudios complementarios, con el fin de determinar las normas ideales a seguirse; teniendo en cuenta entre otros factores el de medio ambiente, económicos, etc. Hasta el presente ya se tiene una evidencia que las

aplicaciones de azúcar provocaron un aumento importante de los rendimientos en ciertos cultivos.

En el café, de los estudios realizados por Cooil, vemos lo que representa la deficiencia de carbohidratos para esta planta, especialmente en ciertas etapas de su desarrollo. Estudios de campo adicionales y de laboratorio, serían de desear, con el objeto de ver posibilidades prácticas en este cultivo.

Went, en sus publicaciones señala las ventajas que podría derivar de las aplicaciones de azúcar: así tenemos: su utilidad bajo condiciones de invierno en latitudes extremas, épocas en que en estos lugares se tiene una duración corta del día, con intensidad baja. En el transporte del material de plantío y su efecto en el trasplante. Prevenir la caída de frutos y la abscisión de flores. En el suelo mejorar la estructura y flora del mismo, como consecuencia, mayor crecimiento de las plantas.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en los terrenos del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica; en una parcela adyacente a la plantación asociada de Hule-Café (La Hulera).

La Hulera, se encuentra aproximadamente a 2 Km. del edificio central del Instituto, como tal las características del lugar son: elevación 610 m. (2000 pies), sobre el nivel de mar. Latitud 9º56' norte y 83º65' longitud oeste. Su temperatura promedio anual es de 22.7ºC, y una precipitación anual de 2.270 mm.

La precipitación mensual ocurrida, durante el curso del presente experimento, en comparación a los meses correspondientes de 15 años anteriores fue:

PROMEDIO DE PRECIPITACION MENSUAL EN mm. CORRESPONDIENTE
A 1959, EN COMPARACION A 1944-58

Mes	1944-58	1959
Enero	187.0	49.0
Febrero	150.0	76.0
Marzo	64.8	31.0
Abril	102.6	176.3
Mayo	249.4	210.3
Junio	289.2	297.5
Julio	266.1	235.0
Agosto	219.8	246.0
Setiembre	220.5	164.0

Como se puede apreciar, según el cuadro de precipitaciones por mes, la cantidad de lluvia ocurrida en los tres primeros meses de 1959, fue muy inferior al promedio de los meses respectivos para los 15 años anteriores. Las cifras alcanzadas en los otros meses, se acercan bastante a los promedios respectivos.

Materiales

Se utilizaron 240 plantas de cuatro meses de edad, de Coffea arabica L., variedad typica, que fueron traídas de San Juan Norte, localidad situada a cinco km. aproximadamente del lugar de experimentación. Se escogió la variedad typica, por ser la que más tiempo se tiene en cultivo en la región, por lo tanto su comportamiento es mejor conocido.

Este material, al momento de iniciarse el experimento no presentaba desarrollo aparente de ramas laterales, como requisito para iniciar el estudio.

En todos los tratamientos respectivos, se usó soluciones acuosas de la sal potásica del Acido Giberélico,^{*} en concentraciones de 0, 100, 200 y 300 p.p.m. Se utilizó en los tratamientos respectivos azúcar comercial en una concentración de 10% en agua.

En la práctica de fertilización, se empleó urea de 45% de Nitrogeno, Triple Superfosfato de 46% de P_2O_5 y Cloruro de K, de 60% de

* El Acido Giberélico ha sido donado por la casa Penick.

Potasio. Para mantener las plantas sanas se usó los fungicidas Perenox y Fermate, más el adherente RDA-156B-10.

Confección de la sombra de 50% aproximadamente

El sombreado se hizo utilizando cañas de bambú de un diámetro lo más uniforme posible, arreglándolas a 1.20 m. de altura de las camas de almácigo, de modo que las plantas recibiesen una sombra de 50% aproximadamente. Con lecturas realizadas con un fotómetro se pudo comprobar que las plantas a la sombra recibían casi un 50%, del total de luz incidente. A su vez, con el fin de permitir el paso de una media luz, por los costados del sombreado, se hizo un arreglo especial con cañas de bambú.

Material de plantas para posibles replantes

Con el fin de no perder datos en las parcelas experimentales por causa de alteramiento en la integridad de las plantas, se hizo tres repeticiones de los tratamientos bajo iguales condiciones a cada uno de los lotes experimentales.

Estas plantas en dos oportunidades se tuvieron que utilizar, debido a cortes de los brotes terminales causados por insectos, en las plantas experimentales.

Fecha de iniciación y duración del experimento

Las plantas fueron puestas en las camas de almácigo el 24 de enero de 1959, se dejó transcurrir dos semanas, con el fin de permitir su adaptación. Después de la fecha mencionada, las plantas recibieron la primera aplicación de los tratamientos, las mismas que se repitieron en un número de diez, en los cinco meses que duró el estudio.

Tratamientos

Con el objeto de observar efectos en plantas a completa exposición y bajo sombra de 50% aproximadamente; se hicieron diez repeticiones en cada una de estas condiciones. Los tratamientos fueron:

- 1.- Testigo (sin tratamiento).
- 2.- Azúcar comercial al 10% cada dos semanas.
- 3.- Azúcar comercial al 10% cada semana.
- 4.- Acido Giberélico 100 p.p.m.
- 5.- Acido Giberélico 100 p.p.m. + Azúcar al 10% cada dos semanas.
- 6.- Acido Giberélico 100 p.p.m. + Azúcar al 10% cada semana.
- 7.- Acido Giberélico 200 p.p.m.
- 8.- Acido Giberélico 200 p.p.m. + Azúcar al 10% cada dos semanas.
- 9.- Acido Giberélico 200 p.p.m. + Azúcar al 10% cada semana.
- 10.- Acido Giberélico 300 p.p.m.
- 11.- Acido Giberélico 300 p.p.m. + Azúcar al 10% cada dos semanas.
- 12.- Acido Giberélico 300 p.p.m. + Azúcar al 10% cada semana.

Las aplicaciones de los tratamientos, se hicieron utilizando asperjadores pequeños de mano. Con el fin de proteger las plantas vecinas, que recibieron otros tratamientos, se utilizó un dispositivo con feccionado de láminas de zinc, que permitía un buen control en las aspersiones de las soluciones.

Los tratamientos a los intervalos de tiempo antes mencionados, se hicieron por lo general en las mañanas a partir de las 8 A.M.

Las soluciones acuosas de Acido Giberélico, en concentraciones de 0, 100, 200 y 300 p.p.m., en forma simple y simultánea en ciertos tratamientos, con el azúcar comercial, se repitieron diez veces, cada dos semanas.

En las dos primeras aplicaciones se empleó 6 c.c. de solución, que corresponde a 0, 0.6, 1.2 y 1.8 mg. de Acido Giberélico por planta, respectivamente.

En las dos siguientes aplicaciones, se empleó 8 c.c. de solución, que corresponde a 0, 0.8, 1.6 y 2.4 mg. de Acido Giberélico por planta, respectivamente.

En las cuatro aplicaciones siguientes se usaron 12 c.c. de solución que corresponde a 0, 1.2, 2.4 y 3.6 mg. de Acido Giberélico por planta, respectivamente.

En las dos últimas aplicaciones se utilizó 15 c.c. de solución, que corresponde a 0, 1.5, 3.0 y 4.5 mg. de Acido Giberélico por planta, respectivamente.

En los tratamientos con azúcar comercial: se utilizó una solución

de azúcar al 10%, en aplicaciones simples y en forma aditiva con el Acido Giberélico.

En las dos y cuatro primeras aplicaciones respectivas, se usó 6 c.c. de solución, que corresponde a 0.6 gr. de azúcar, sucrosa comercial; por planta. En las 2 y 4 aplicaciones respectivas siguientes se utilizó 0.8 gr. de azúcar por planta. En las cuatro y ocho aplicaciones respectivas siguientes, se utilizó 1.2 gr. de azúcar por planta.

En las cuatro y dos aplicaciones últimas respectivas, se empleó 1.5 gr. de azúcar, por planta.

Prácticas culturales generales para todos los tratamientos

Abonamiento inicial a base de N-P-K, de la fórmula 10, 20, 10, a razón de 150 gr. por planta.

Aplicaciones mensuales de Nitrógeno suplementario, en número de cuatro, en la forma de urea al suelo, a razón de 10 gr. por m² de terreno. En este caso la cantidad que correspondió a cada planta fue de 1.11 gr. de urea, aproximadamente por aplicación.

Durante el tiempo de duración del experimento, las parcelas estuvieron completamente libres de malezas.

Aplicaciones de fungicidas

En los dos primeros meses, se hicieron aplicaciones semanales de Perenox y Fermate, alternativamente. La frecuencia de las aplicaciones, fue debido al ataque inicial de Cercospora que mostraban las

plantas, la misma que causó una considerable defoliación.

En los dos últimos meses, al desaparecer la enfermedad antes mencionada, las aplicaciones de fungicidas se continuaron cada quince días en forma alternada. La continuidad de estos tratamientos se hizo con el fin de evitar el desarrollo de hongos, especialmente en las plantas con tratamientos de azúcar.

En todas las aplicaciones de fungicidas, se utilizó el adherente RDA-156 B-10.

Disposición Experimental

Factorial, con bloques al azar.

Las plantas se pusieron con un distanciamiento de 0.40 x 0.40 m., en camas de almácigo de 1.2 m. de ancho.

Se consideró una planta por parcela. Se hicieron diez repeticiones a completa exposición y diez repeticiones con sombra de 50% aproximadamente.

Parcelas: Largo 0.40 m.

Ancho 0.40 m.

Area de cada parcela 0.16 m²

Bloques: Largo 1.60 m.

Ancho 1.20 m.

Area de cada bloque 1.92 m²

Area total de los bloques al sol y a la sombra 38.40 m².

Datos tomados durante el desarrollo del experimento

Al iniciarse el estudio y luego cada dos semanas se tomaron los siguientes datos:

- 1) Crecimiento vegetativo, tomándose como punto de referencia un anillo pintado con tinta china, a una altura uniforme, debajo de la cicatriz de las hojas cotiledonales y la base de la yema apical.
- 2) Fecha de aparición de las ramificaciones primarias.
- 3) Medición del crecimiento de una rama en cada par, en todas las plantas.
- 4) Conteo de hojas.

Datos tomados al final del experimento

Se tomaron los siguientes datos:

- 1) Altura de la planta, tomando como puntos de referencia la marca hecha con tinta china, debajo de la cicatriz de las hojas cotiledonales y la base de la yema apical.
- 2) Diámetro de las plantas, se hicieron dos mediciones tomando dos direcciones por planta, a la altura del anillo antes mencionado, luego se sacó promedio.
- 3) Número de ramificaciones primarias.
- 4) Número de internudos.
- 5) Conteo de hojas.
- 6) Determinación del área foliar total de la planta. Esta determinación, se hizo por impresión en papel carbón, quedando las imágenes de las hojas de café, impresas en láminas de papel blanco; estas

impresiones se recortaron y por peso conocido de superficie patrón de papel, se determinó el área foliar.

7) Determinación del peso fresco y seco:

Después de ser extraídas las plantas cuidadosamente, fueron lavadas con agua a presión. Se separó en raíces y parte aérea para realizar las pesadas correspondientes.

Después de determinar el área de las hojas, se llevó el material a la estufa a 70°C, hasta peso constante.

8) Determinación de cenizas en hojas:

Se tomó al azar dos plantas de las diez repeticiones que se tenían, bajo cada una de las condiciones de luminosidad. De cada tratamiento se utilizó una cantidad igual de materia seca, en este caso fue de 2 gr., tomando de un modo uniforme del material total. La obtención de cenizas se hizo, poniendo los 2 gr. de materia seca de hojas en crisoles, que fueron mantenidos en hornos de calcinación por un período de cuatro horas, hasta una destrucción total de la materia orgánica. Por diferencias de peso, se obtuvo el de las cenizas total, el que se refirió en porcentaje.

Aspersiones de Acido Giberélico y azúcar, en cafetos al trasplante

Este estudio se inició en las parcelas de almácigo de café del Departamento de Fitotecnia, situado a 2 Km. aproximadamente, del lugar donde se completó la prueba: La Hulera.

Materiales

Se utilizaron 160 plantas de Coffea arabica L., variedad Villalobos, de 9 meses de edad. Estas plantas estuvieron creciendo bajo condiciones de completa exposición, aunque al momento de iniciarse el estudio ya presentaban cierto efecto de autosombreamiento.

En los tratamientos respectivos se utilizó la sal potásica de Acido Giberélico. De azúcar, se usó una solución al 10% en agua, del producto comercial.

Fecha de iniciación y duración del experimento

El estudio se inició el 9 de mayo de 1959, habiéndose efectuado las últimas observaciones, tres meses y medio después.

Disposición experimental

Como las plantas inicialmente estaban en dos camas de almácigo de 1.5 m. de ancho, dispuestas en forma paralela; para realizar los tratamientos previos al trasplante, hubo necesidad de seguir un método especial por conveniencia. Se tomó al azar una de estas camas de almácigo, a la que se le dividió en cuatro parcelas que contenían un número igual de plantas, con un distanciamiento de 0.30 x 0.30 m., en cuadrado. Las aplicaciones de los tratamientos, en este caso se hizo en forma masal en las parcelas respectivas, utilizándose en promedio por planta 15 c.c. de solución; después de la selección de las parcelas al azar.

Al transcurrir diecisiete días de la primera aplicación de los

tratamientos, se trasladaron las plantas a raíz desnuda, efectuándose el trasplante en el campo definitivo, La Hulera, bajo un arreglo de factorial con bloques al azar. Se utilizó cinco plantas por parcela, considerándose una planta de borde.

Los tratamientos previos al trasplante fueron:

- 1) Testigo.
- 2) Azúcar comercial al 10% en agua.
- 3) Acido Giberélico 300 p.p.m.
- 4) Acido Giberélico 300 p.p.m., más azúcar al 10%.

Las aplicaciones se efectuaron utilizándose asperjadores pequeños de mano. Se hicieron cuatro bloques al azar, con las plantas que recibieron tratamientos previos de Giberélico y azúcar, en forma simple y combinados. En el experimento hecho en el día, se aplicaron los tratamientos de 8 a 9 A.M. Las aplicaciones de los tratamientos en el experimento repetido en la noche, se hicieron de 7 a 8 P.M.

En los experimentos hechos en el día y la noche, los tratamientos se realizaron en dos oportunidades a diecisiete y tres días antes del trasplante, respectivamente.

Datos tomados durante el estudio

- 1) Altura de las plantas, al iniciarse la prueba y al momento del trasplante.
- 2) Conteo de hojas, al momento del trasplante, a cinco y diez semanas después.
- 3) Aspecto de las plantas a cinco y diez semanas del trasplante.

Después de las diez semanas, las plantas continuarán en observación por un tiempo adicional, con el objeto de ver efectos residuales de los tratamientos.

Aplicaciones de azúcar y métodos de trasplante

Este estudio al igual que los anteriores, se hizo en los terrenos de La Hulera.

Materiales

Se emplearon 96 plantas de Coffea arabica L., variedad típica, que fueron traídas de la Meseta Central del país.

En los tratamientos se utilizó azúcar comercial, al 10% en agua.

Después de un mes de adaptación de las plantas en el terreno provisional, se efectuó la primera aplicación de azúcar. Los tratamientos se realizaron desde el 15 de febrero hasta el 30 de marzo de 1959, semanalmente. Las plantas en el terreno provisional estuvieron divididas en dos lotes: con y sin tratamientos. Las plantas al ser trasladadas al campo definitivo, tratadas y no tratadas, fueron trasplantadas usándose dos métodos: con "pilón" y a raíz desnuda; en el campo definitivo las plantas fueron puestas con un diseño de bloques al azar. Se utilizaron seis plantas por parcela.

Observaciones hechas durante el experimento

1) Conteo de hojas, en las siguientes etapas: al momento del trasplante, a cuatro, ocho y doce semanas después.

2) Crecimiento vegetativo, a doce semanas de efectuado el trasplante.

Aplicaciones de azúcar y resistencia a la sequía

Para esta prueba se utilizó plantas de las mismas características usadas en la prueba anterior. Mientras que las anteriores fueron trasplantadas al terreno definitivo, en este caso ocho plantas fueron puestas en macetas, cuatro de ellas habían recibido doce aplicaciones de azúcar al 10%, a intervalos semanales.

Las plantas en macetas, fueron puestas bajo condiciones de invernadero. Después de la correspondiente adaptación al nuevo medio, las plantas recibieron un riego uniforme; para luego ser sometidas a un proceso de sequía.

Datos tomados en el curso de la prueba

1) A partir de seis semanas y a intervalos semanales, observaciones de apertura de los estomas, a una hora determinada de la mañana; mediante la prueba de infiltración. Esta prueba se hizo, utilizando una serie de once concentraciones, con pasos de 10% en volumen de Nujol-Xilol.

2) Crecimiento de las plantas, bajo estas condiciones, usando los mismos intervalos de tiempo de las pruebas de infiltración.

CAPITULO IV

RESULTADOS

El experimento duró cinco meses, considerándose este lapso, suficiente para poder establecer una apreciación de los efectos de los tratamientos.

A continuación se indican los resultados encontrados en ambas condiciones de luz:

Incrementos en altura de las plantas, a dos semanas de la primera aplicación de los tratamientos

El aumento en altura de las plantas, a las dos semanas del primer tratamiento, aparecen en el cuadro siguiente:

CUADRO Nº 1

INCREMENTOS PARCIALES EN ALTURA DE LAS PLANTAS, EN cm.

Tratamientos	Totales al Sol	Totales a la Sombra
1. Testigo	18.9	11.3
2. Azúcar al 10% en agua cada 14 días (A_1)	25.2	21.2
3. Azúcar al 10% en agua cada 7 días (A_2)	40.2	19.4
4. Acido Giberélico 100 p.p.m. (AG_1)	22.1	18.6
5. $AG_1 + A_1$	20.3	21.9
6. $AG_1 + A_2$	21.9	22.4
7. Acido Giberélico 200 p.p.m. (AG_2)	20.9	23.2
8. $AG_2 + A_1$	27.5	21.5
9. $AG_2 + A_2$	25.5	29.0
10. Acido Giberélico 300 p.p.m. (AG_3)	36.4	24.6
11. $AG_3 + A_1$	26.3	28.8
12. $AG_3 + A_2$	23.6	29.0

Bloques a completa exposición

Los incrementos en altura de las plantas, producidos por el Acido Giberélico, después de la primera aplicación de los tratamientos, como aparecen en el Cuadro Nº 1; dieron un nivel de significancia al 1%, del efecto cuadrático.* Las dosis 100, 200 y 300 p.p.m., dieron 22.1, 20.9 y 36.4 cm., el testigo resultó con 18.9 cm. Los niveles de azúcar, resultaron con los siguientes incrementos en altura de las plantas: 25.2 y 40.2 cm. Estas diferencias en relación al testigo, no alcanzaron nivel de significancia.

En los tratamientos combinados, los aumentos de las dosis de los factores: Giberélico y azúcar, resultaron con menores incrementos en altura de las plantas. La interacción alcanzó significancia al 10% del efecto lineal x lineal, en forma negativa.

Bloques a la sombra

Los incrementos en altura de las plantas a la sombra que se encuentran en el Cuadro Nº 1, con el Giberélico fueron: 18.6, 23.2 y 24.6 cm., para las dosis de 100, 200 y 300 p.p.m., respectivamente; con el azúcar las aplicaciones cada catorce días, produjo un incremento de 21.2 cm. y 19.4 cm. con las aplicaciones semanales. El testigo en total, resultó con un incremento solamente de 11.3 cm. Estas diferencias dieron un efecto lineal significativo al 1%, en el caso

* Los resultados obtenidos en todos los análisis estadísticos, se presentan en detalles en el Apéndice.

de los tratamientos con el Giberélico y de 5% en el caso de los tratamientos con el azúcar.

En las aplicaciones combinadas de Acido Giberélico y azúcar, las interacciones negativas, no alcanzaron niveles de significancia.

Los incrementos en altura de las plantas, después de la primera aplicación de los tratamientos, dió para los bloques al sol 26.5 cm. en promedio y 22.5 cm., para los bloques con sombra.

Incremento total en altura de las plantas

Los resultados del crecimiento del tallo principal, encontrados al final de las observaciones; en ambas condiciones de intensidad de luz, aparecen en el Cuadro Nº 2.

CUADRO Nº 2

INCREMENTOS EN ALTURA DE LAS PLANTAS AL FINAL DEL EXPERIMENTO, EN cm.

Tratamientos	Totales al Sol	Totales a la Sombra
1. Testigo	96.6	100.0
2. A ₁	140.0	112.5
3. A ₂	137.7	107.8
4. AG ₁	132.4	134.6
5. AG ₁ + A ₁	144.3	126.4
6. AG ₁ + A ₂	111.7	112.0
7. AG ₂	131.7	123.9
8. AG ₂ + A ₁	138.4	112.0
9. AG ₂ + A ₂	110.5	132.9
10. AG ₃	181.4	143.6
11. AG ₃ + A ₁	125.4	132.9
12. AG ₃ + A ₂	119.1	132.4

Bloques a completa exposición

Los aumentos en altura de las plantas tratadas con el Giberélico fueron: 132.4, 131.7 y 181.4 cm., en total por tratamiento para los niveles 1, 2 y 3 respectivamente; el testigo dió en total 96.6 cm. Las diferencias encontradas no alcanzaron significancia.

Con el azúcar, los aumentos observados fueron: 140.0 y 137.7 cm. en total por tratamiento, con los niveles 1 y 2, respectivamente, en comparación al incremento obtenido con el testigo en total de 96.6 cm. Estas diferencias alcanzaron un efecto lineal significativo al 10%.

En la combinación de ambos factores, la interacción de Giberélico y azúcar resultó con incrementos menores a los obtenidos con los tratamientos simples de los productos. Los efectos lineal x lineal y lineal x cuadrático, respectivamente, alcanzaron nivel de significancia al 1%, en forma negativa. En el Apéndice se ilustran estos efectos de la interacción.

Bloques a la sombra

Los tratamientos con el Giberélico produjeron los siguientes incrementos en altura de las plantas: 134.6, 123.9 y 143.6 cm., para las dosis de 100, 200 y 300 p.p.m., respectivamente; siendo el incremento del testigo de 100.0 cm., en total. Las diferencias alcanzaron un efecto lineal significativo al 1%. Con las aplicaciones de azúcar, los incrementos en altura de las plantas en total por tratamiento fueron: 112.5 y 107.8 cm., respectivamente para los niveles 1 y 2 de azúcar. Estas diferencias no alcanzaron significancia.

Con los tratamientos combinados, los incrementos obtenidos resultaron menores a las dosis simples de los productos. Estas diferencias produjeron un efecto cuadrático significativo al 10%, en forma negativa.

El incremento total en altura de las plantas, resultó en los bloques a completa exposición de 130.7 cm. y en las plantas a la sombra de 122.9 cm., en promedio de los tratamientos.

Diámetro de las plantas

Los resultados obtenidos del diámetro de las plantas, a completa exposición y con sombra de 50%, aparecen en el Cuadro N^o 3.

CUADRO N^o 3

DIAMETRO DE LAS PLANTAS EN mm.

Tratamientos	Totales al Sol	Totales a la Sombra
1. Testigo	45.28	43.89
2. A ₁	52.30	44.43
3. A ₂	52.28	49.23
4. AG ₁	47.61	49.28
5. AG ₁ + A ₁	54.38	49.61
6. AG ₁ + A ₂	52.04	47.58
7. AG ₂	53.43	47.72
8. AG ₂ + A ₁	55.98	50.98
9. AG ₂ + A ₂	52.54	50.95
10. AG ₃	52.93	54.02
11. AG ₃ + A ₁	56.67	52.22
12. AG ₃ + A ₂	48.41	50.25

Los análisis estadísticos de los resultados obtenidos, en el diámetro de las plantas al sol y a la sombra, dieron:

Bloques a completa exposición

Los diámetros de las plantas tratadas con el Acido Giberélico fueron: 47.61, 53.43 y 52.93 mm., en total. Con las dosis de 100, 200 y 300 p.p.m., respectivamente. Estas diferencias en relación al testigo que dió un diámetro total de 45.28 mm., alcanzaron un efecto lineal significativo al 10%. En los tratamientos con azúcar, los diámetros totales fueron: 52.30 y 52.28 mm. Los incrementos hallados, alcanzaron significancia al 1% con el efecto cuadrático.

Los tratamientos combinados, resultaron con diámetros totales menores según se incrementaron las dosis. El efecto lineal x lineal, del Giberélico y azúcar, alcanzó significancia al 1%, en forma negativa. Este efecto aparece ilustrado en el Gráfico N^o 5 del Apéndice.

Bloques a la sombra

Los diámetros con las respectivas dosis de 100, 200 y 300 p.p.m. de Giberélico, fueron: 49.28, 47.72 y 54.02 mm.; siendo el encontrado en el testigo en total 43.89 mm. Estos incrementos dieron un efecto lineal significativo al 1%. Con el azúcar, los diámetros fueron: 44.43 y 49.23 mm., en relación al testigo, que produjo 43.89 mm. Estas diferencias no alcanzaron nivel significativo.

En los tratamientos combinados, los diámetros resultaron menores a los incrementos obtenidos con los tratamientos simples de ambos

compuestos. Estas diferencias alcanzaron nivel de significancia al 5%, en los efectos lineal x lineal y cuadrático x cuadrático. Los efectos producidos con la interacción Giberélico y azúcar, aparecen en el Gráfico N^o 6 del Apéndice.

El diámetro total, promedio por tratamiento encontrado al sol fue 51.9 mm. y en las plantas a la sombra 48.9 mm.

Número de ramas

En el grupo de plantas a completa exposición las plantas mostraron dos semanas después de la primera aplicación de los tratamientos, un inicio del desarrollo de laterales en un 4.5%, mientras que a esta fecha ninguna de las plantas testigos presentaban laterales.

A la sombra, las plantas tratadas mostraban a la fecha mencionada un 3.6% de inicio de desarrollo de laterales, en comparación a las plantas que no recibieron tratamientos.

Luego estas diferencias en la velocidad de formación de laterales, fueron menos notorias.

En el Cuadro N^o 4, aparecen las cifras obtenidas en los tratamientos al sol y a la sombra.

CUADRO Nº 4

NUMERO TOTAL DE RAMAS

Tratamientos	Totales al Sol	Totales a la Sombra
1. Testigo	46	40
2. A ₁	46	40
3. A ₂	57	41
4. AG ₁	44	41
5. AG ₁ + A ₁	55	44
6. AG ₁ + A ₂	47	39
7. AG ₂	50	39
8. AG ₂ + A ₁	57	45
9. AG ₂ + A ₂	46	41
10. AG ₃	60	44
11. AG ₃ + A ₁	49	42
12. AG ₃ + A ₂	38	34

Los análisis estadísticos de los resultados del número de ramas en las plantas al sol y a la sombra dieron:

Bloques a completa exposición

El total de ramas por tratamiento con las dosis de Giberélico de 100, 200 y 300 p.p.m., fueron: 44, 50 y 60 con las aplicaciones de azúcar 46 y 57 ramas; en comparación al testigo que resultó con 46 ramas

en total. Estas diferencias no alcanzaron nivel de significancia.

El número de ramas con los tratamientos combinados, resultaron menores según el aumento de dosis del Giberélico y el azúcar. El efecto lineal x lineal, de la interacción resultó significativa al 1%, en forma negativa. Los efectos de la interacción de los compuestos, aparecen ilustrados en el Gráfico Nº 7 del Apéndice.

Bloques a la sombra

El número total de ramas con las dosis respectivas de 100, 200 y 300 p.p.m. de Giberélico fueron: 41, 39 y 44. Con el azúcar con los niveles 1 y 2 se encontraron 40 y 41 ramas, respectivamente; siendo la cifra correspondiente al testigo de 40 ramas. Estas diferencias no alcanzaron niveles de significancia.

Los tratamientos combinados, resultaron con menor número de ramas, según el incremento de las dosis de los compuestos. Ninguno de los efectos de la interacción Giberélico x azúcar, alcanzó significancia.

El número total de ramas por tratamiento en promedio fue para las plantas a completo sol de 49 ramas y para las con sombra de 40 ramas.

Crecimiento de ramas

El total de los crecimientos observados, en una rama de cada par, al final del experimento aparece en el cuadro siguiente:

CUADRO Nº 5

CRECIMIENTO TOTAL EN cm. EN LAS RAMAS EN OBSERVACION

Tratamientos	Totales al Sol	Totales a la Sombra
1. Testigo	294.9	221.0
2. A ₁	171.1	142.6
3. A ₂	234.8	105.3
4. AG ₁	193.1	162.3
5. AG ₁ + A ₁	220.8	154.9
6. AG ₁ + A ₂	146.3	127.4
7. AG ₂	233.5	168.9
8. AG ₂ + A ₁	269.1	157.8
9. AG ₂ + A ₂	212.0	180.9
10. AG ₃	269.2	227.4
11. AG ₃ + A ₁	215.1	187.9
12. AG ₃ + A ₂	158.7	103.9

Los análisis estadísticos de estos resultados encontrados en plantas al sol y a la sombra dieron:

Bloques a completa exposición

Los niveles 100, 200 y 300 p.p.m. de Giberélico, produjeron los siguientes totales de crecimiento de ramas: 193.1, 233.5 y 269.2 cm. respectivamente, en relación al testigo que resultó con un crecimiento

total de 294.9 cm. Las diferencias con respecto al testigo alcanzaron un efecto cúbico negativo significativo al 5%. Con el azúcar, los totales de crecimiento de ramas fueron: 171.1 y 234.8 cm. Estas diferencias a favor del testigo, alcanzaron un efecto lineal significativo al 1%.

En los tratamientos combinados de Giberélico y azúcar, el efecto lineal por el cuadrático, alcanzaron significancia al 5%, en forma negativa. Este efecto se ilustra en el Gráfico N^o 9 del Apéndice.

Bloques a la sombra

Los tratamientos con Giberélico dieron los siguientes totales de crecimiento de ramas: 162.3, 168.9 y 227.4 cm., para las dosis de 100, 200 y 300 p.p.m.; el testigo resultó con 221.0 cm. Las aplicaciones de azúcar produjeron un efecto lineal significativo al 1%, en forma negativa. Los totales de crecimiento de ramas observados fueron: 142.6 y 105.3 cm.

Los tratamientos combinados, alcanzaron en el efecto cúbico x lineal, de Giberélico y azúcar, significancia al 5%, en forma negativa. Este efecto aparece ilustrado en el Gráfico N^o 10 del Apéndice.

El crecimiento de ramas en total por tratamiento en promedio, en las plantas al sol se encontró 218.2 cm. y en las plantas a la sombra 161.7 cm.

Número de internudos del tallo principal

Los resultados obtenidos en los tratamientos a completa exposición y con sombra, aparecen en el cuadro siguiente.

CUADRO N^o 6

NUMERO DE INTERNUDOS DEL TALLO PRINCIPAL

Tratamientos	Totales al Sol	Totales a la Sombra
1. Testigo	138	121
2. A ₁	143	124
3. A ₂	152	131
4. AG ₁	146	134
5. AG ₁ + A ₁	147	132
6. AG ₁ + A ₂	146	132
7. AG ₂	146	136
8. AG ₂ + A ₁	146	135
9. AG ₂ + A ₂	141	136
10. AG ₃	143	134
11. AG ₃ + A ₁	141	127
12. AG ₃ + A ₂	138	126

Los análisis estadísticos de los resultados, para ambas condiciones de luz, dieron lo siguiente:

Bloques a completa exposición

Los tratamientos con Giberélico produjeron los siguientes resultados: 146, 146 y 143 internudos, con los niveles respectivos, 1, 2 y 3; el testigo dió 138 internudos en total. Las diferencias, a favor

de los tratamientos, alcanzó un efecto lineal significativo al 10%. Con el azúcar, se encontraron 143 y 152 internudos, que corresponden a los niveles 1 y 2. Estas diferencias no alcanzaron significancia.

Con las aplicaciones simultáneas de Giberélico y azúcar, el número de internudos fue menor a medida que se aumentó la dosis de los compuestos. El efecto lineal x lineal alcanzó significancia al 1%. A su vez el efecto cúbico x lineal, resultó significativo al 10%, en forma negativa. El Gráfico Nº 11, ilustra los efectos de la interacción.

Bloques a la sombra

El Giberélico, con las dosis de 100, 200 y 300 p.p.m., produjo 134, 136 y 134 internudos en total por tratamiento respectivo; en relación al testigo que dió 121 internudos en total. Las diferencias a favor de las plantas tratadas, alcanzaron nivel de significancia al 5%, en el efecto lineal y nivel significativo al 1%, en el efecto cuadrático. El número total de internudos con los niveles 1 y 2 de azúcar fueron 124 y 131, respectivamente. Estas diferencias no alcanzaron significancia.

En los tratamientos combinados de Giberélico y azúcar, las cifras obtenidas en los tratamientos, resultaron menores según la dosis usada. El efecto lineal x lineal de los dos compuestos, alcanzó significancia al 5%, en forma negativa. El Gráfico Nº 12 del Apéndice ilustra este resultado.

La longitud de los internudos próximos al ápice de la planta, con

la dosis más alta de Giberélico, y en combinación con el azúcar, mostraba cierto alargamiento por efecto de estos compuestos. En las plantas al sol, este alargamiento casi no fue notorio.

El número total de internudos promedio por tratamiento, dió en las plantas al sol 143.9 y en las plantas a la sombra 130.6 internudos.

Número y área de hojas

Se notó un alargamiento de las hojas de la parte terminal de las plantas. Esto fue más pronunciado en plantas con sombra, que al sol. Se puede observar los cambios morfológicos en plantas a la sombra, en las Fotografías Nos. 6, 7, 8 y 10 del Apéndice. A su vez la clorosis que se presentó al principio, con las mayores dosis de Giberélico + azúcar; se hizo más notoria en las plantas al sol, que a la sombra.

En los resultados que aparecen en el Cuadro N^o 7, encontramos que las aplicaciones de Giberélico incrementaron el número y área de hojas, tanto en las plantas al sol como a la sombra. Los tratamientos con azúcar, produjeron un mayor número de hojas por planta, en ambas condiciones de luminosidad. El área por hoja, con las aplicaciones cada dos semanas de azúcar en las plantas al sol resultó menor al testigo; a la sombra resultó mayor el área del respectivo testigo. Con las aplicaciones semanales, en ambas condiciones de luz, el área por hoja resultó menor que los obtenidos con los correspondientes testigos.

CUADRO Nº 7

NUMERO Y AREA DE HOJAS, PROMEDIO POR PLANTA

Tratamientos	Al Sol		A la Sombra	
	Número promedio por planta	Area promedio por hoja dm ²	Número promedio por planta	Area promedio por hoja dm ²
1. Testigo	23.5	0.251	20.7	0.231
2. A ₁	24.9	0.239	21.5	0.256
3. A ₂	28.7	0.250	22.2	0.225
4. AG ₁	23.8	0.302	21.3	0.314
5. AG ₁ + A ₁	25.0	0.234	20.5	0.307
6. AG ₁ + A ₂	22.7	0.234	21.3	0.220
7. AG ₂	27.0	0.307	21.9	0.278
8. AG ₂ + A ₁	25.8	0.333	23.3	0.236
9. AG ₂ + A ₂	28.3	0.250	22.4	0.285
10. AG ₃	28.5	0.270	24.7	0.356
11. AG ₃ + A ₁	28.6	0.300	23.7	0.292
12. AG ₃ + A ₂	24.2	0.247	20.5	0.204

CUADRO N^o 8

SUPERFICIE FOLIAR TOTAL POR TRATAMIENTO EN dm²

Tratamientos	Totales al Sol	Totales a la Sombra
1. Testigo	58.88	46.82
2. A ₁	59.63	55.17
3. A ₂	72.31	48.15
4. AG ₁	72.07	66.55
5. AG ₁ + A ₁	58.75	63.25
6. AG ₁ + A ₂	53.49	46.97
7. AG ₂	82.56	59.96
8. AG ₂ + A ₁	86.46	55.42
9. AG ₂ + A ₂	70.64	64.06
10. AG ₃	77.01	87.78
11. AG ₃ + A ₁	86.35	70.39
12. AG ₃ + A ₂	60.09	42.06

Los análisis estadísticos de los resultados proporcionaron la siguiente información:

Bloques a completa exposición

Los tratamientos con Giberélico dieron los siguientes resultados: 72.07, 82.56 y 77.01 dm^2 , que corresponden a las dosis 100, 200 y 300 p.p.m.; el testigo apareció con 58.88 dm^2 . Estas diferencias alcanzaron efecto lineal significativo al 10%. El azúcar produjo con las aspersiones cada dos semanas y semanales, respectivamente 59.63 y 72.31 dm^2 , en relación al testigo que resultó con 58.88 dm^2 . Estas diferencias a favor de los tratamientos no alcanzaron significancia.

Las aplicaciones combinadas resultaron con una menor superficie total por tratamiento, según se incrementaron las dosis de los compuestos. Estas interacciones negativas, no alcanzaron significancia.

Bloques a la sombra

El Giberélico, con las dosis respectivas de 100, 200 y 300 p.p.m., dió los siguientes resultados: 66.55, 59.96 y 87.78 dm^2 , en relación al testigo que mostró 46.82 dm^2 . Las diferencias obtenidas a favor de los tratamientos, alcanzaron un nivel de significancia del efecto lineal al 1%. Con el azúcar, los resultados fueron: 55.17 y 48.15 dm^2 . Los incrementos favorables alcanzaron un efecto cuadrático significativo al 1%.

En los tratamientos combinados, las superficies totales por tratamientos, fueron menores, según se aumentaron las dosis de los compuestos. La interacción Giberélico x azúcar, alcanzó significancia al 1% en forma negativa, en los efectos lineal x lineal y cuadrático x cuadrático. Estos efectos lineales y curvos, se pueden observar en el

Gráfico Nº 14 del Apéndice.

La superficie total por tratamiento, en promedio, resultó para las plantas a completa exposición en 69.0 dm^2 y en las plantas con sombra 58.9 dm^2 .

Peso seco de las plantas

CUADRO Nº 9

PESO SECO TOTAL DE LAS PLANTAS

Tratamientos	Totales al Sol	Totales a la Sombra
1. Testigo	87.2	77.0
2. A ₁	85.5	75.8
3. A ₂	140.4	63.4
4. AG ₁	85.5	84.5
5. AG ₁ + A ₁	81.0	75.7
6. AG ₁ + A ₂	94.0	64.8
7. AG ₂	88.4	91.1
8. AG ₂ + A ₁	108.2	73.7
9. AG ₂ + A ₂	102.5	74.7
10. AG ₃	125.0	101.4
11. AG ₃ + A ₁	120.2	94.9
12. AG ₃ + A ₂	78.3	62.8

Los análisis estadísticos de los resultados, proporcionaron la siguiente información:

Bloques a completa exposición

Los pesos secos totales obtenidos con el Giberélico fueron: 85.5, 88.4 y 125.0 gramos, que corresponden a las dosis de 100, 200 y 300 p.p.m., en relación al testigo que dió 87.2 gramos. Con el azúcar los resultados fueron 85.5 y 140.4 gramos. Las diferencias encontradas con estos compuestos, no alcanzaron nivel de significancia.

Con los tratamientos combinados, los resultados fueron menores, de acuerdo a la mayor dosis usada. Los efectos lineal x lineal y el cuadrático por el lineal de Giberélico y azúcar, respectivamente resultaron significativos al 1 y al 5%. Estas interacciones aparecen ilustradas en el Gráfico Nº 15 del Apéndice.

Bloques a la sombra

Las aplicaciones de Giberélico produjeron los siguientes resultados: 84.5, 91.1 y 101.4 gramos, habiendo producido el testigo 77.0 gramos. Las diferencias favorables a las plantas tratadas, alcanzaron nivel significativo al 5%, con el efecto lineal. Con el azúcar, los resultados fueron: 75.8 y 63.4 gramos. Las diferencias a favor del testigo, alcanzaron un efecto lineal al 1%.

En los tratamientos combinados, los menores pesos secos por planta obtenidos, cuando se incrementaron las dosis, no alcanzaron niveles de significancia.

El peso seco total por planta, en promedio, a completa exposición resultó con 91.3 gramos y en las plantas a la sombra con 77.4 gramos.

Peso seco de la parte aérea de la planta

Los resultados obtenidos en las plantas con ambas intensidades de luz, aparecen en el cuadro siguiente:

CUADRO N^o 10

PESO SECO EN GRAMOS, DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTA

Tratamientos	Totales al Sol	Totales a la Sombra
1. Testigo	72.55	62.34
2. A ₁	69.52	60.94
3. A ₂	118.22	51.23
4. AG ₁	68.67	69.28
5. AG ₁ + A ₁	65.38	61.29
6. AG ₁ + A ₂	76.91	51.46
7. AG ₂	72.10	76.11
8. AG ₂ + A ₁	92.67	58.49
9. AG ₂ + A ₂	85.20	60.67
10. AG ₃	104.52	82.60
11. AG ₃ + A ₁	101.20	78.80
12. AG ₃ + A ₂	64.02	49.86

Los resultados del análisis estadístico proporcionaron la siguiente información:

Bloques a completa exposición

El Giberélico produjo con las dosis respectivas de 100, 200 y 300 p.p.m., los siguientes pesos secos de la parte aérea de las plantas: 68.67, 72.10 y 104.52 gramos, y con el azúcar los resultados fueron 69.52 y 118.22 gramos; habiéndose obtenido con el testigo 72.55 gramos. Estas diferencias no alcanzaron nivel de significancia.

Los tratamientos combinados, resultaron con menores pesos de la parte aérea, según el incremento de las dosis de los compuestos. Los efectos lineal x lineal y cuadrático x lineal del Giberélico y azúcar, alcanzaron niveles significativos al 1 y 5%, respectivamente, en forma negativa. El Gráfico Nº 17, ilustra los efectos encontrados.

Bloques a la sombra

El Giberélico, con los niveles respectivos 1, 2 y 3 dió los siguientes pesos secos de la parte aérea: 69.28, 76.11 y 82.60 gramos; habiendo dado el testigo 62.34 gramos. Estas diferencias a favor de los tratamientos, alcanzó un efecto lineal significativo al 5%. Con el azúcar, los resultados correspondientes a los niveles 1 y 2, fueron 60.94 y 51.23 gramos. Las diferencias a favor del testigo, alcanzaron un efecto lineal significativo al 1%.

Con los tratamientos combinados, los pesos secos de la parte aérea, que resultaron menores según las dosis combinadas de los

compuestos, no alcanzaron significancia.

El peso seco total por tratamiento de la parte aérea en promedio, resultó en las plantas a completa exposición con 80.9 gramos y en las plantas a la sombra dió 63.5 gramos.

Peso seco de raíces

Los resultados obtenidos en ambas intensidades de luz, aparecen en el cuadro siguiente.

CUADRO Nº 11

PESO SECO DE RAICES EN GRAMOS

Tratamientos	Totales al Sol	Totales a la Sombra
1. Testigo	14.60	14.49
2. A ₁	16.00	14.77
3. A ₂	22.07	12.21
4. AG ₁	16.80	15.22
5. AG ₁ + A ₁	14.54	14.43
6. AG ₁ + A ₂	16.99	13.22
7. AG ₂	16.19	15.13
8. AG ₂ + A ₁	15.43	15.01
9. AG ₂ + A ₂	17.33	13.93
10. AG ₃	20.22	18.78
11. AG ₃ + A ₁	18.99	15.91
12. AG ₃ + A ₂	14.29	12.97

Los pesos secos de raíces obtenidos, con los análisis estadísticos proporcionaron la siguiente información:

Bloques a completa exposición

Los tratamientos con Giberélico produjeron los siguientes pesos secos de raíces: 16.80, 16.19 y 20.22 gramos y con el azúcar, los resultados fueron 16.00 y 22.07 gramos en comparación al testigo que produjo 14.60 gramos. Estas diferencias no alcanzaron significancia.

En los tratamientos combinados, los menores pesos secos de raíces observados, según se incrementaron las respectivas dosis de Giberélico y azúcar, dieron un efecto lineal x lineal, significativo al 1%. Este efecto de la interacción se puede observar en el Gráfico Nº 19 del Apéndice.

Bloques a la sombra

Las dosis de Giberélico de 100, 200 y 300 p.p.m., dieron los siguientes pesos secos de raíces: 15.22, 15.13 y 18.78 gramos; con el azúcar los resultados fueron 14.77 y 12.21 gramos y con el testigo fue de 14.49 gramos. El peso seco obtenido en el caso de los tratamientos con el Giberélico, no alcanzaron significancia. Con los tratamientos con azúcar, las diferencias a favor del testigo alcanzaron significancia al 5%.

La interacción Giberélico x azúcar, produjeron menores pesos secos, según se aumentaron las dosis respectivas. Estos efectos desfavorables no alcanzaron significancia.

El peso seco total de raíces, en promedio por tratamiento, dió para las plantas al sol 20.7 gramos y para las con sombra 16.9 gramos.

Porcentaje de materia seca de la parte aérea de la planta

Los resultados obtenidos en ambas condiciones de luminosidad, se dan a conocer en el cuadro siguiente.

CUADRO Nº 12

PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE LA PARTE AEREA

Tratamientos	Al Sol		A la Sombra	
	Totales	Promedios	Totales	Promedios
1. Testigo	246.5	24.65	252.4	25.24
2. A ₁	253.7	25.37	255.4	25.54
3. A ₂	266.7	26.67	264.1	26.41
4. AG ₁	248.5	24.85	250.6	25.06
5. AG ₁ + A ₁	247.7	24.77	259.5	25.95
6. AG ₁ + A ₂	258.4	25.84	267.2	26.72
7. AG ₂	260.1	26.01	254.1	25.41
8. AG ₂ + A ₁	288.3	28.83	261.5	26.15
9. AG ₂ + A ₂	260.3	26.03	259.9	25.99
10. AG ₃	248.9	24.89	253.5	25.35
11. AG ₃ + A ₁	272.4	27.24	260.0	26.00
12. AG ₃ + A ₂	252.1	25.21	259.4	25.94

Estos resultados, con los análisis estadísticos proporcionaron la siguiente información:

Bloques a completa exposición

Con el Giberélico, los promedios por tratamientos fueron: 24.85, 26.01 y 24.89%; el testigo dió 24.65%. Estas diferencias alcanzaron un efecto cúbico significativo al 1%. Con los azúcares, los porcentajes promedios fueron: 25.37 y 26.67%. Las diferencias a favor de los tratamientos de azúcar, alcanzaron un efecto cuadrático significativo al 5%.

Los tratamientos combinados, resultaron con totales por tratamientos menores, cuando las dosis de ambos compuestos fueron mayores. Estos efectos alcanzaron significancia al 5% con el cuadrático x lineal, y significancia al 10% con el cúbico x cuadrático, del Giberélico y azúcar, respectivamente. El Gráfico Nº 21 del Apéndice, ilustra estos efectos.

Bloques a la sombra

Los porcentajes promedios por tratamientos de materia seca de la parte aérea, con el Giberélico, fueron: 25.06, 25.41 y 25.35%; los de azúcares fueron: 25.54 y 26.41%, el testigo dió 25.24%. Las diferencias entre tratamientos respecto al testigo no alcanzaron significancia.

Los tratamientos combinados, con las dosis sucesivas de Giberélico y azúcar, incrementaron los porcentajes de materia seca. Estas

diferencias, no alcanzaron significancia.

Los porcentajes promedios de los tratamientos al sol y a la sombra, fueron de 25.86 y 25.81%, respectivamente.

Porcentaje de materia seca de las raíces

Los resultados encontrados, en las plantas a completa exposición y en las con sombra, aparecen en el cuadro siguiente.

CUADRO Nº 13

PORCENTAJE DE MATERIA SECA EN LAS RAICES

Tratamientos	Al Sol		A la Sombra	
	Totales	Promedios	Totales	Promedios
1. Testigo	247.5	24.75	231.3	23.13
2. A ₁	274.4	27.44	255.4	25.54
3. A ₂	279.7	27.97	247.8	24.78
4. AG ₁	296.3	29.63	234.9	23.49
5. AG ₁ + A ₁	284.5	28.45	272.8	27.28
6. AG ₁ + A ₂	287.3	28.73	250.2	25.02
7. AG ₂	264.7	26.47	235.2	23.52
8. AG ₂ + A ₁	291.9	29.19	256.1	25.61
9. AG ₂ + A ₂	287.5	28.75	260.6	26.06
10. AG ₃	264.5	26.45	247.0	24.70
11. AG ₃ + A ₁	281.5	28.15	255.4	25.54
12. AG ₃ + A ₂	270.6	27.06	245.3	24.53

Los análisis estadísticos de los porcentajes de materia seca de las raíces, en las plantas con ambas intensidades de luz, dieron la siguiente información:

Bloques a completa exposición

Los porcentajes de materia seca de raíces obtenidos con las dosis respectivas de Giberélico, 100, 200 y 300 p.p.m., fueron: 29.63, 26.47 y 26.45; habiéndose obtenido con el testigo 24.75%. Un efecto cuadrático significativo al 1% se alcanzó con las diferencias a favor de los tratamientos. Los porcentajes con el azúcar fueron: 27.44 y 27.97. Los incrementos hallados, alcanzaron un efecto lineal significativo al 5%.

Con la combinación de Giberélico y azúcar la interacción dió un efecto cuadrático x cuadrático de los compuestos respectivos, significativo al 5%, en forma negativa. Este efecto se puede apreciar en el Gráfico Nº 23 del Apéndice.

Bloques a la sombra

Los porcentajes de materia seca en las raíces con el Giberélico, fueron 23.49, 23.52 y 24.70, habiéndose obtenido con el testigo 23.13%. Las diferencias entre los tratamientos y el testigo, no alcanzaron significancia. Los tratamientos con azúcar, resultaron con los siguientes porcentajes: 25.54 y 24.78. Los efectos lineal y cuadrático alcanzaron significancia al 1%.

En los tratamientos combinados, el efecto cúbico x cuadrático del

Giberélico y el azúcar, resultaron significativos al 10%, en forma negativa. Este efecto se puede observar en el Gráfico Nº 24 del Apéndice.

Los porcentajes de materia seca en raíces, promedio por tratamiento, dió en las plantas al sol 27.67% y en las plantas con sombra 24.93%.

Porcentaje de cenizas en hojas

Los resultados encontrados, en el total de cenizas en hojas, en las plantas en ambas condiciones de luminosidad, se encuentran en el cuadro siguiente.

CUADRO Nº 14

PORCENTAJE DE CENIZAS EN HOJAS

Tratamientos	Al Sol		A la Sombra	
	Totales	Promedios	Totales	Promedios
1. Testigo	16.77	8.38	16.52	8.26
2. A ₁	17.90	8.95	17.85	8.92
3. A ₂	18.10	9.05	17.05	8.52
4. AG ₁	17.70	8.85	16.30	8.15
5. AG ₁ + A ₁	17.00	8.50	17.30	8.65
6. AG ₁ + A ₂	17.80	8.90	17.80	8.90
7. AG ₂	15.35	7.67	17.80	8.90
8. AG ₂ + A ₁	17.95	8.97	16.30	8.15
9. AG ₂ + A ₂	17.90	8.95	19.60	9.80
10. AG ₃	18.00	9.00	17.30	8.65
11. AG ₃ + A ₁	19.20	9.60	18.35	9.17
12. AG ₃ + A ₂	17.65	8.82	19.25	9.62

Los análisis estadísticos, de los resultados del porcentaje de cenizas en las hojas, dieron la siguiente información:

Bloques a completa exposición

Los porcentajes de cenizas en promedios, correspondientes a los tratamientos con Giberélico, dieron: 8.85, 7.67 y 9.00% para las dosis 100, 200 y 300 p.p.m.; los tratamientos con azúcar en promedio, dieron los siguientes porcentajes: 8.95 y 9.05; habiéndose encontrado con el testigo 8.38%. Las diferencias encontradas con los tratamientos con el Giberélico y el azúcar, no alcanzaron nivel de significancia.

Con los tratamientos combinados, los efectos de la interacción en forma negativa, no alcanzaron significancia.

Bloques a la sombra

El Giberélico con las dosis de 100, 200 y 300 p.p.m., resultó con los siguientes porcentajes promedios: 8.15, 8.90 y 8.65%, correspondiendo al testigo 8.26%. Las diferencias no alcanzaron significancia. Los tratamientos con azúcar, dieron los siguientes porcentajes: 8.92 y 8.52%, en comparación con el testigo que produjo 8.26%. Estas diferencias, alcanzaron un efecto lineal significativo al 5%.

Las combinaciones de Giberélico y azúcar, no alcanzaron nivel de significancia.

Los porcentajes de cenizas en las hojas, en promedio por tratamiento para las plantas al sol resultó con 8.80 y en las plantas con

sombra de 8.72%.

Aplicaciones de Acido Giberélico y azúcar en el trasplante

- Tratamientos: 1.- Testigo (sin tratamiento)
2.- Azúcar al 10% en agua (A)
3.- Giberélico 300 p.p.m. en agua (AG)
4.- Azúcar al 10%, más Giberélico 300 p.p.m. en agua (A + AG).

Los resultados de las aplicaciones previas al trasplante, sobre el crecimiento en altura de las plantas, se indican a continuación.

CUADRO Nº 15

PROMEDIOS DE INCREMENTOS EN ALTURA DE LAS PLANTAS, EN cms.
DE LOS TRATAMIENTOS PREVIOS AL TRASPLANTE

Bloques	D I A				N O C H E			
	Tratamientos				Tratamientos			
	Testigo	A	AG	A + AG	Testigo	A	AG	A + AG
1	3.10	3.92	4.96	2.00	2.94	3.36	4.96	3.00
2	1.84	4.10	5.00	2.54	3.16	4.90	3.40	3.40
3	2.86	3.60	5.74	2.50	2.40	3.40	2.60	3.40
4	2.90	3.10	3.90	3.90	2.58	4.40	2.66	3.60
Total tra- tamientos	10.70	14.72	19.60	10.94	11.08	16.06	13.62	13.40

Los análisis estadísticos de estos resultados obtenidos en los experimentos realizados en el día y la noche, dieron la siguiente

información:

En el experimento realizado en el día, los promedios de los incrementos en altura correspondientes a los tratamientos con azúcar y Giberélico fueron: 14.72 y 19.60 cm., respectivamente; la cifra correspondiente para el testigo fue 10.70 cm. Estas diferencias en altura de las plantas, no alcanzaron significancia. En cambio el resultado obtenido con la interacción Giberélico x azúcar, que dió 10.94 cm., en relación a los tratamientos simples, alcanzó significancia al 1%, en forma negativa.

En el experimento realizado en la noche, los promedios de los incrementos en altura de las plantas, respectivamente con el azúcar y el Giberélico, fueron: 16.06 y 13.62 cm., en relación al testigo que dió 11.08 cm. Estas diferencias no alcanzaron significancia. La interacción negativa, resultado de la combinación del azúcar y el Giberélico, que dió un incremento de 13.40 cm., en relación a los tratamientos simples, no alcanzó significancia.

El análisis combinado de día y de noche, dió un efecto de tratamientos significativo, en forma positiva.

Número de hojas total por tratamiento, al trasplante,
a cinco y diez semanas

CUADRO Nº 16

NUMERO DE HOJAS TOTAL POR TRATAMIENTO

Tratamientos	D I A			N O C H E		
	Fechas de Observación			Fechas de observación		
	Al tras- plante	A 5 se- manas	A 10 se- manas	Al tras- plante	A 5 se- manas	A 10 se- manas
1.- Testigo	2,713	970	637	2,377	563	462
2.- A ₁	2,432	190	1,146	2,744	886	875
3.- AG ₁	2,451	620	457	2,444	1,004	715
4.- A ₁ + AG ₁	2,348	380	671	2,735	689	440

El análisis estadístico del conteo de hojas a las cinco y diez semanas proporcionó la siguiente información:

El número de hojas en la tercera observación realizada, en los tratamientos correspondientes al del día, se incrementaron grandemente en relación al segundo conteo. Las diferencias a favor del azúcar alcanzaron significancia al 1%. A su vez los tratamientos Giberélico y azúcar más Giberélico, resultaron mayores que el testigo, en forma significativa.

En el experimento realizado en la noche, sólo el efecto del Giberélico, alcanzó significancia al 5% en forma positiva.

En el análisis combinado, los tratamientos realizados, mostraron diferencias en cuanto al número de hojas, en relación al testigo, en

forma significativa al 1%. Considerando la hora de aplicación, las efectuadas en el día, resultaron con un mayor número de hojas, en relación a las de la noche, en forma significativa al 5%.

Número de hojas observadas, en porcentaje de la cantidad presente al trasplante

Se hicieron dos conteos, a cinco y diez semanas del trasplante, los resultados se dan a continuación.

CUADRO Nº 17

NUMERO DE HOJAS A CINCO SEMANAS, EN PORCENTAJE AL OBSERVADO AL MOMENTO DEL TRASPLANTE

Bloques	D I A				N O C H E			
	Testi- go	Tratamientos			Testi- go	Tratamientos		
		Azúcar	Giberé lico	A + AG		Azúcar	Giberé lico	A + AG
1	67.48	12.61	26.43	19.75	38.35	42.32	70.31	44.08
2	31.46	17.27	28.38	17.45	36.97	54.76	40.73	26.41
3	17.88	14.50	30.36	14.54	20.14	14.89	27.14	27.62
4	19.37	14.49	27.04	18.27	27.14	14.03	25.54	12.22
Total trata- mientos	136.19	58.87	112.21	70.01	122.60	126.00	163.72	110.33
Prome- dios	34.04	14.71	28.05	17.50	30.65	31.50	40.93	27.58

En el experimento de día, los promedios de hojas, expresados en porcentajes, para los tratamientos fueron: 14.71, 28.05 y 17.50, que corresponden al azúcar, Giberélico y azúcar más Giberélico; el testigo resultó con 34.04%. Solamente la diferencia entre el azúcar y el testigo, alcanzó significancia al 5%, a favor del último.

En el experimento realizado en la noche, los resultados del número de hojas en porcentaje de la cantidad presente, al momento del trasplante, dieron para los tratamientos: 31.50, 40.93 y 27.58%, correspondientes al azúcar, Giberélico, y azúcar más Giberélico; el testigo dió 30.65%. Estas diferencias no alcanzaron significancia.

En el análisis combinado las diferencias entre tratamientos, no alcanzaron significancia.

CUADRO Nº 18

NUMERO DE HOJAS A DIEZ SEMANAS, EN PORCENTAJE AL
OBSERVADO AL MOMENTO DEL TRASPLANTE

Bloques	D I A				N O C H E			
	Tratamientos				Tratamientos			
	Testi- go	Azúcar	Giberé- lico	A + AG	Testi- go	Azúcar	Giberé- lico	A + AG
1	18.93	49.13	13.58	46.04	21.13	51.09	52.11	18.93
2	21.06	44.30	37.97	25.03	16.00	55.00	28.50	30.27
3	14.82	69.01	17.94	19.23	25.18	10.46	11.30	15.57
4	12.40	23.29	31.34	24.71	15.91	14.08	21.33	12.51
Totales trata- mientos	67.21	185.73	100.83	115.01	78.22	130.63	113.24	77.28
Promedios	16.80	46.43	25.40	28.75	19.55	32.65	28.31	19.32

Los resultados del conteo de hojas a las diez semanas, después del trasplante, que se expresaron en porcentaje, dieron la siguiente información:

En el experimento de día, los resultados en porcentaje fueron: 46.43, 25.40 y 28.75%, para el azúcar, Giberélico y la interacción de estos dos compuestos, respectivamente; el testigo dió 16.80%. Estas diferencias no alcanzaron significancia.

En el experimento realizado en la noche, las cifras expresadas en porcentaje fueron: 32.65, 28.31 y 19.32%, en relación al testigo que dió 19.55%. Las diferencias a favor de los tratamientos simples no alcanzaron significancia.

En el análisis combinado, los tratamientos simples de los dos compuestos, resultaron con diferencias favorables en forma significativa al 5%.

Aplicaciones de azúcar y métodos de trasplante

Los tratamientos con azúcar, previos al trasplante con y sin "pilón", dieron los siguientes resultados:

Número de hojas total por tratamiento a cuatro, ocho y doce semanas del trasplante

CUADRO Nº 19

NUMERO DE HOJAS TOTAL, POR TRATAMIENTO

Fecha después del trasplante	Testigo (sin tratamiento)				Tratamiento: azúcar al 10% semanal			
	Sin "pilón"		Con "pilón"		Sin "pilón"		Con "pilón"	
	Total	Prome- dio	Total	Prome- dio	Total	Prome- dio	Total	Prome- dio
4 Semanas	416	104.0	334	83.5	225	56.3	253	63.3
8 Semanas	756	189.0	794	198.5	409	102.3	477	119.3
12 Semanas	1327	331.8	1511	377.8	744	186.0	854	213.5

El total de hojas, en las observaciones realizadas, fueron mayores en plantas que no recibieron aplicaciones de azúcar. Los resultados encontrados a cuatro y ocho semanas del trasplante, alcanzaron a favor de los testigos con y sin "pilón", significancia al 1%.

A las doce semanas, las diferencias en el número de hojas, en plantas que recibieron tratamientos y las no tratadas, dió un nivel de significancia al 5% a favor de los testigos.

Número de ramas a doce semanas del trasplante

Los resultados del número de ramas, a doce semanas de la operación del trasplante, se indican en el cuadro siguiente.

CUADRO Nº 20

NUMERO DE RAMAS

Testigo (sin tratamiento)				Tratamiento: azúcar al 10% semanal			
Sin "pilón"		Con "pilón"		Sin "pilón"		Con "pilón"	
Total	Promedio	Total	Promedio	Total	Promedio	Total	Promedio
134	33.5	172	43	76	19	95	23.8

El número de ramas laterales, resultó mayor en las plantas que no recibieron aplicaciones de azúcar y fueron puestas en el campo definitivo con "pilón". El menor número de laterales, correspondió en las plantas tratadas con azúcar y que fueron puestas al campo definitivo a raíz desnuda. Las diferencias en el número de ramas, dió nivel de significancia al 5%, a favor de las plantas sin tratamientos con azúcar.

Aplicaciones de azúcar y resistencia a la sequía

La prueba se realizó con plantas de café en macetas, bajo condiciones de invernadero. Para estimar el grado de apertura de los estomas, de las hojas de las plantas tratadas y no tratadas con azúcar, sometidas a condiciones de sequía; se utilizó una serie de once concentraciones, en pasos de 10% en volumen de Nujol (aceite mineral) y Xilol (1-2 dimetil benceno). Los pasos de la serie, colocados en un

orden de menor a mayor infiltración relativa fueron: 100-0, 90-10, 80-20, 70-30, 60-40, 50-50, 40-60, 30-70, 20-80, 10-90 y 0-100% de Nujol y Xilol, respectivamente.

Se realizaron tres determinaciones de la apertura de los estomas, la primera a seis semanas de suprimirse los riegos a las macetas y las dos siguientes a intervalos de una semana.

En la primera determinación se encontró infiltración con los pasos 70-30 y 60-40% de Nujol-Xilol, respectivamente para las plantas tratadas y no tratadas con azúcar.

En la segunda determinación las concentraciones con que hubo infiltración fueron: 40-60 y 30-70% de Nujol-Xilol, respectivamente para las plantas asperjadas con azúcar y las testigos.

En la última determinación, el Nujol-Xilol infiltraron en las hojas, con las concentraciones de 30-70 y 20-80%, respectivamente para las plantas tratadas y no tratadas con azúcar. Al igual que en las anteriores determinaciones, a esta fecha se encontró mayor grado de apertura de estomas en las plantas tratadas con azúcar, al producirse penetración de los pasos de la serie que contenían mayor porcentaje de Nujol. En la serie la mayor infiltración se produce según se aumente el porcentaje de Xilol. El Gráfico N^o 27 del Apéndice ilustra la prueba para estimar este grado de apertura de estomas.

Incrementos en altura, en plantas puestas en condiciones de sequía

A continuación se indican los incrementos en altura de las plantas, observados a las mismas fechas que las determinaciones de la apertura

de los estomas en las hojas.

CUADRO N^o 21

INCREMENTOS EN ALTURA DE LAS PLANTAS, EN cm.

Planta Número	Testigo	Tratadas con azúcar
1	4.0	6.0
2	4.0	12.0
3	3.0	3.0
4	3.0	5.0
Total	14.0	26.0
Promedio	3.5	6.5

$$t_{c.} = 1.81$$

Los incrementos en altura obtenidos en promedio, para las plantas que recibieron tratamientos de azúcar y los testigos, fueron de 6.5 y 3.5 mm., respectivamente. Esta diferencia a favor de las plantas tratadas, a la prueba de t, no dió significancia.

CAPITULO V

DISCUSION

Los resultados obtenidos en otros experimentos, de las aplicaciones de Acido Giberélico en Coffea arabica L., como consta en la literatura revisada, muestran mayores efectos si se utilizó plantas en los primeros estados de desarrollo: cuando recién tenían las hojas cotiledonales, o en los primeros pares de hojas verdaderas. Con plantas en estas edades se informa de un estímulo apreciable del crecimiento en altura. Castillo y Calle (18), observaron un incremento en altura 55% mayor, en las plantas que recibieron aplicaciones de Giberélico. Carvajal (17), encontró una relación lineal bastante definida entre la altura y la dosis de Giberélico usado. Jiménez (34), informa haber encontrado en un experimento un aumento en altura de 1.5 a 2.5 veces mayor en las plantas tratadas. Monaco y Carvalho (44), en mutantes de café, excepto en uno, encontraron efectos pronunciados en el crecimiento de los brotes, en forma significativa.

En este estudio el Giberélico, no produjo efectos en el crecimiento, como los encontrados con algunos de los trabajos antes citados. Entre los factores que posiblemente han hecho variar los resultados, se cuenta la edad de las plantas al iniciarse los tratamientos. En este caso las plantas tenían de 4 a 5 meses de edad. Las dosis empleadas en otros experimentos fueron hasta de 1000 p.p.m., que produjeron en algunos casos, crecimientos en altura de la planta en forma

excesiva. La frecuencia de las aplicaciones en el presente estudio fue de dos semanas; en los trabajos anteriores se encuentran frecuencias hasta de dos días. El medio donde se realizó los estudios, a su vez podría haber influido en los resultados. Muchos de los estudios referidos se hicieron bajo condiciones de invernadero, a diferencia en este caso se hizo bajo condiciones de campo; habiéndose tenido en los primeros meses una fuerte sequía. La pluviosidad registrada en estos meses, resultó inferior al promedio de los quince años anteriores.

El menor crecimiento obtenido con el tratamiento combinado de las dosis mayores de Giberélico y azúcar, estuvo acompañado de un aspecto clorótico de la planta. Como efecto del Giberélico en café, Castillo y Calle (18), dan cuenta de un aspecto clorótico de la planta. Ergle (27), de sus estudios en otra especie, sugiere que la clorosis causada por el Giberélico, podría resultar de una interferencia en el metabolismo del Nitrógeno. Un exceso de azúcar, a su vez podría causar una disminución de la cantidad de clorofila; debido posiblemente a que bajo estas condiciones, gran parte del Nitrógeno, pasa a ser utilizado en la formación de proteínas por combinación con los azúcares. Por otro lado, la sequía de los primeros meses de estudio, podría haber tenido influencia en esta clorosis encontrada en forma más notoria en las plantas al sol que a la sombra.

Parece que las aplicaciones de azúcar tuvieron cierto efecto favorable en el crecimiento del tallo principal, al sol y a la sombra. Sin embargo estos incrementos alcanzaron nivel de significancia,

solamente bajo condiciones de sombra. Efectos similares se han obtenido en otras especies: Went y Carter (62), Böhning (6), y otros investigadores, dan cuenta de un estímulo apreciable del crecimiento en altura de las plantas, siguiendo tratamientos con este compuesto.

El Giberélico aumentó el diámetro de las plantas, al incrementarse bajo ambas condiciones de luminosidad. Un efecto parecido, que alcanzó nivel de significancia, fue observado por Carvajal (17). Los menores diámetros observados por Castillo y Calle (18), y por Jiménez (34), serían posiblemente causados por dosis altas, en plantas de poca edad.

Mejores resultados se encontraron de las aplicaciones de azúcar, cuando se hicieron cada dos semanas, en vez de cada semana.

El crecimiento de ramas fue menor con el Giberélico y el azúcar. Castillo y Calle (18), obtuvieron resultados similares, usando el primer compuesto. Posiblemente las sustancias se comportaron como inhibidores en el crecimiento de ramas.

Las aplicaciones de Giberélico afectaron favorablemente el número de internudos, en ambas condiciones de luminosidad. Este efecto del Giberélico fue observado en forma más notoria por Castillo y Calle (18), en plantas de menor edad.

Un alargamiento de internudos próximos al ápice de la planta, por efecto de las dosis más altas de Giberélico, se pudo observar en plantas a la sombra. Tal vez la menor cantidad de luz podría haber tenido influencia en este resultado.

El Giberélico aumentó el área por hojas y la superficie foliar total, en las plantas al sol y a la sombra. Alvim (1) encontró que la superficie foliar aumentó 15.1% con las aplicaciones de Giberélico en frijol.

Los cambios morfológicos causados en las hojas por el Giberélico fueron más notorios a la sombra, al igual que el alargamiento de los internudos del extremo de la planta, en este caso a su vez, la mayor intensidad de luz podría haber tenido influencia.

Las aplicaciones de Giberélico en condiciones de sombra, aumentaron en forma significativa el peso seco total de la planta. El menor peso seco total encontrado, con el azúcar bajo esta misma condición de luminosidad, probablemente estuvo influido por el menor peso seco de la parte aérea de la planta. Este peso seco, se incrementó a la sombra con el Giberélico. Resultados similares encontró Alvim (1), en frijol, de lo que sugiere que este compuesto al influir en el alargamiento del tallo, aceleró la movilización de productos fotosintéticos de las hojas hacia el tallo.

Con el azúcar, el menor peso seco de la parte aérea, especialmente con la mayor frecuencia de las aplicaciones, parece resultar de una inhibición del crecimiento lateral.

El incremento del peso seco de las raíces obtenido con el azúcar, en las plantas al sol, nos estaría indicando que se produjo un mayor desplazamiento de alimentos hacia esta parte de la planta.

El Giberélico causó un aumento en el porcentaje de materia seca

en las raíces, de las plantas a completa exposición. Este resultado difiere de lo encontrado por varios investigadores, que hallaron un menor porcentaje de materia seca, en café y otros cultivos, después de las aplicaciones con Giberélico.

La dosis de 200 p.p.m. de Giberélico, dió un menor porcentaje de cenizas, en plantas a completa exposición; en cambio a la sombra, los porcentajes de cenizas se incrementaron. Wittwer y Buckovac (65), in forman de resultados obtenidos con aplicaciones de Giberélico, donde se han encontrado alteramientos de la composición orgánica y mineral de las plantas.

Con el azúcar, el aumento de los porcentajes de cenizas, posible mente se debería a un aumento del desarrollo de raíces, que permitió una mayor absorción de nutrientes minerales. También se ha visto en otros estudios, que la concentración de azúcar en las raíces, influye en la acumulación de sales en las plantas.

El Giberélico y el azúcar en combinación, en las observaciones realizadas, produjeron menores incrementos en relación a los obtenidos con las dosis separadas de ambos productos. Parece que estas sus tancias se comportaron sinérgicamente en sentido negativo.

Al observar los resultados encontrados en plantas al sol y a la sombra, en todos los casos las cifras promedios: del crecimiento en altura y lateral, diámetro de las plantas, número de internudos, número de hojas, área foliar, peso seco total, peso seco de la parte aérea y de las raíces, porcentaje de cenizas; resultaron mayores en

plantas al sol. Las plantas a completa exposición, probablemente tuvieron mayor actividad fotosintética, y consecuentemente mayor desarrollo.

En los estudios hechos con el Giberélico y azúcar en el trasplante, las aplicaciones de estos productos, aumentaron la altura de las plantas tratadas. Posiblemente estos compuestos, estimularon el crecimiento de los internudos más próximos al ápice de la planta. La interacción Giberélico y azúcar, al haber producido un menor crecimiento que los tratamientos simples, da una indicación de un efecto sinérgico en forma negativa.

Se puede inferir de la mayor defoliación inicial y luego el incremento en número de hojas, por los tratamientos; que si bien no tuvieron efectos para contrarrestar el choque al trasplante, en cambio propiciaron un mayor recuperación, sobre todo con el azúcar.

En general las aplicaciones diurnas resultaron más efectivas que las realizadas por las noches.

Los resultados obtenidos de la prueba de sistemas distintos de trasplante con aplicaciones previas de azúcar, mostraron que el efecto inicialmente perjudicial de este producto sobre el número de hojas, fue disminuyendo de acuerdo a los intervalos de tiempo de las observaciones. La dosis semanal de azúcar al 10%, pareció resultar excesiva de los resultados obtenidos.

Los tratamientos previos de azúcar a las plantas puestas en condiciones de sequía, posiblemente al influir en una mayor extensión

del sistema radical, produjo un aumento de la absorción de agua. En este caso el mayor desarrollo de raíces hizo posible una absorción del agua de las capas inferiores del suelo de la maceta, al quedar seca la parte cercana a la superficie. El mayor contenido de agua en las hojas como consecuencia de la mayor absorción se comprobó con las pruebas de infiltración con Xilol-Nujol realizadas.

Los mayores incrementos en altura de estas plantas tratadas con azúcar sugieren que la probable absorción del compuesto, aumentó la concentración osmótica de las células, las que a su vez dieron a las plantas una mayor capacidad para resistir a la sequía.

CAPITULO VI

RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el Departamento de Fitotecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Servicios Técnicos de Café y Cacao, se realizó el estudio: Efectos de aspersiones con el Acido Giberélico y azúcar en el desarrollo de plantas de Coffea arabica L. Además se hicieron otras pruebas, con el fin de observar efectos de los tratamientos en el trasplante y resistencia en las plantas a las condiciones de sequía.

Todos estos estudios, se realizaron en La Hulera, situado a 2 Km. aproximadamente del edificio central del Instituto.

En el experimento principal, los factores Acido Giberélico y azúcar, se combinaron en 12 tratamientos:

- Tratamiento 1.- Testigo
- Tratamiento 2.- Azúcar al 10% cada dos semanas (A_1)
- Tratamiento 3.- Azúcar al 10% cada semana (A_2)
- Tratamiento 4.- Acido Giberélico 100 p.p.m.
- Tratamiento 5.- Acido Giberélico 100 p.p.m. + A_1
- Tratamiento 6.- Acido Giberélico 100 p.p.m. + A_2
- Tratamiento 7.- Acido Giberélico 200 p.p.m.
- Tratamiento 8.- Acido Giberélico 200 p.p.m. + A_1
- Tratamiento 9.- Acido Giberélico 200 p.p.m. + A_2
- Tratamiento 10.- Acido Giberélico 300 p.p.m.
- Tratamiento 11.- Acido Giberélico 300 p.p.m. + A_1
- Tratamiento 12.- Acido Giberélico 300 p.p.m. + A_2 .

De estos tratamientos se hicieron diez repeticiones con plantas

a completa exposición y 10 repeticiones con plantas bajo sombra de 50%, aproximadamente.

Utilizando los mismos factores: Giberélico y azúcar, se estudio efectos en el trasplante, con los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1.- Testigo

Tratamiento 2.- Azúcar al 10% en agua

Tratamiento 3.- Acido Giberélico 300 p.p.m.

Tratamiento 4.- Acido Giberélico 300 p.p.m. + azúcar al 10% en agua.

Se hicieron cuatro repeticiones de estos tratamientos bajo condiciones de día y de noche, respectivamente.

En otra prueba se usó dos métodos de trasplante, con plantas que habían recibido tratamientos previos de azúcar y testigos.

Un último estudio se hizo, empleando plantas en macetas, bajo condiciones de invernadero, con el fin de observar efectos de tratamientos previos con azúcar, en la resistencia de las plantas a la sequía.

La información obtenida de los análisis de los resultados, condujo a las siguientes conclusiones:

1. Las aplicaciones con el Acido Giberélico, a la concentración de 300 p.p.m., en las plantas al sol, incrementó al principio, el crecimiento del tallo principal, de manera altamente significativa.

En las plantas a la sombra, el aumento en altura de las plantas, resultado de las aplicaciones de Giberélico, según la dosis empleada,

dió un efecto lineal altamente significativo.

Cierto efecto favorable en el crecimiento en altura, resultó de las aplicaciones de azúcar, en las plantas al sol y a la sombra.

Con los tratamientos combinados del Acido Giberélico y azúcar, los menores incrementos en altura, en relación a los tratamientos simples, resultaron significativos.

2. El diámetro de las plantas, fue mayor de manera significativa, según la dosis de Giberélico empleado, en plantas al sol y a la sombra.

Con los tratamientos de Giberélico + azúcar, estos incrementos, resultaron con efectos negativos significativamente, en relación a las aplicaciones simples de ambos compuestos.

3. El crecimiento de ramas, en las plantas al sol, con la dosis de 100 p.p.m. de Giberélico, fue inferior al testigo, en forma significativa.

Con las aplicaciones de azúcar en ambas condiciones de luz, el crecimiento de ramas de las plantas tratadas, fue significativamente inferior al de los testigos respectivos.

La interacción de los dos productos, produjeron un crecimiento inferior de estas partes, en forma significativa.

4. El número de internudos en el tallo principal, aumentó en plantas al sol y a la sombra, con las aplicaciones de Giberélico. Un efecto de alargamiento de internudos, los más próximos al ápice de la planta, se encontró a la sombra con las dosis más altas de este

compuesto.

Con las dosis combinadas de Giberélico y azúcar, el menor número de internudos obtenidos con estos tratamientos, en relación a las aplicaciones simples, resultaron significativos.

5. El área foliar, resultó mayor en las plantas al sol y a la sombra, por efecto del Acido Giberélico; este efecto fue más notorio bajo condiciones de sombra.

La menor área registrada en las hojas, con los tratamientos con azúcar, fue más pronunciada en las plantas al sol.

La clorosis que se presentó en las hojas de las plantas al sol, parece que se debe, a las dosis altas de los productos usados.

6. Las aplicaciones de Giberélico, en plantas al sol mostraron una tendencia de incrementar linealmente la superficie foliar total por planta; este efecto lineal fue significativo bajo sombra.

Las aspersiones con azúcar cada dos semanas, incrementaron la superficie foliar total, en forma significativa, en plantas con sombra. En plantas bajo esta condición de luminosidad, como efecto de la interacción de los dos productos, las superficies totales por planta, resultaron menores, según se aumentaron las dosis, en forma significativa.

7. Los pesos secos totales por tratamiento, con el Giberélico aumentaron, según los incrementos en dosis, en forma significativa, en plantas bajo sombra. Con el azúcar en cambio, bajo esta condición de luminosidad, las diferencias a favor del testigo, resultaron altamente significativas. Los tratamientos Giberélico + azúcar, dieron

menores pesos secos, significativamente, según se aumentaron las dosis respectivas de estos compuestos, en las plantas al sol.

8. Las aplicaciones de Giberélico con dosis de 100 y 200 p.p.m. causaron menor peso seco de la parte aérea de las plantas al sol. Por el contrario a la sombra, se encontró un aumento lineal significativo. Con el azúcar, las plantas bajo esta condición, mostraron un menor peso seco del vástago, con diferencias altamente significativas a favor del testigo.

9. El peso seco de las raíces, en las plantas al sol, aumentó en forma significativa, según la dosis de azúcar empleado. En las plantas al sol, con la interacción de los dos compuestos, estos pesos resultaron menores significativamente, conforme se incrementaron las dosis.

10. La concentración de 300 p.p.m. de Giberélico, aumentó de manera significativa, el porcentaje de materia seca de la parte aérea de la planta, al sol. Por el contrario, en las plantas a la sombra, este porcentaje resultó menor con la concentración de 200 p.p.m.

Los tratamientos con azúcar, incrementaron también significativamente, el porcentaje de materia seca de la parte aérea, en plantas al sol.

11. El porcentaje de materia seca de raíces, aumentó de manera significativa, con los tratamientos con Giberélico en las plantas al sol y con el azúcar en las plantas, en ambas condiciones de luz.

12. El porcentaje de cenizas total en hojas, en las plantas al

sol, con las dosis de 200 p.p.m. de Giberélico resultó menor que el obtenido para el testigo. En las plantas a la sombra, el porcentaje de cenizas, aumentó, según la dosis de Acido Giberélico empleado. El azúcar incrementó significativamente este porcentaje, en plantas a la sombra.

13. En general, de todas las observaciones realizadas en las plantas al sol y a la sombra, encontramos mayores incrementos a completa exposición.

14. De los tratamientos simples realizados con Giberélico y azúcar, previos al trasplante, se encontró efectos favorables en el crecimiento del tallo principal. De la combinación de estos productos, se encontró una interacción negativa. Estos resultados se refieren al experimento hecho en el día.

15. A cinco semanas se encontró mayor defoliación por efecto de los tratamientos; pero a las diez semanas, las plantas tratadas mostraban un mayor número de hojas. Estas diferencias a favor de los tratamientos fueron significativas, especialmente con el azúcar que alcanzó nivel altamente significativo.

De las aplicaciones hechas por la noche, se encontraron a las diez semanas diferencias significativas, favorables al tratamiento con Giberélico. Comparando los resultados obtenidos en el día y la noche; los realizados en el primer caso resultaron más efectivos.

16. En el experimento de aplicaciones de azúcar combinadas con métodos de trasplante, en las primeras observaciones, el número de

hojas de las plantas sometidas a las aspersiones, fue mucho menor y en forma altamente significativa, respecto a los testigos. Posteriormente estas diferencias fueron menores, pero aún alcanzando significancia a favor del testigo.

El número de ramas, también resultó menor en las plantas tratadas con azúcar.

17. El mayor grado de apertura de los estomas encontrado, en hojas de plantas puestas en condiciones de sequía, que previamente habían recibido tratamientos con azúcar, posiblemente se deba a un mayor desarrollo de raíces producido por efecto del compuesto. Este mayor desarrollo radical permitió una absorción de agua, de las capas inferiores de la maceta.

18. Estudios adicionales con aplicaciones de azúcar en las plantas de café se sugieren, en vista de la fotosíntesis aparente baja que menciona la literatura, en los trabajos realizados en esta especie.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

The present investigations were conducted at the Coffee and Cacao Technical Services, Plant Industry Department of the Inter-American Institute of Agricultural Sciences.

Beside the main investigation on effects of Gibberellic Acid and sugar sprays upon development of coffee, tests were conducted with the purpose of observing the effects of the other treatments upon recovery from drought conditions.

All the experiments were carried out at the "Hulera", which is located about 2 Kilometers from the Institute's central building.

In the main investigation, 12 treatments were used to study the Gibberellic Acid and sugar factors:

- Treatment
- 1.- Control
 - 2.- 10% sugar solution every two weeks (A_1)
 - 3.- 10% sugar every week (A_2)
 - 4.- 100 p.p.m. G.A. solution
 - 5.- 100 p.p.m. G. A. + A_1
 - 6.- 100 p.p.m. G. A. + A_2
 - 7.- 200 p.p.m. G. A.
 - 8.- 200 p.p.m. G. A. + A_1
 - 9.- 200 p.p.m. G. A. + A_2
 - 10.- 300 p.p.m. G.A.
 - 11.- 300 p.p.m. G. A. + A_1
 - 12.- 300 p.p.m. G. A. + A_2 .

Ten replications were made of each treatment with plants growing under both conditions of full sunlight and about 50% shade. The following treatments were used for the tests on recovery from transplanting:

- Treatment 1.- Control
- 2.- 10% sugar solution
- 3.- 300 p.p.m. G.A. solution
- 4.- 300 p.p.m. G.A. + 10% sugar solution.

These treatments were replicated 4 times under night and day conditions, respectively.

In another test two transplanting methods were used: with plants having been previously treated with sugar and controls; in the last test sugar treated plants and controls were grown in pots under greenhouse conditions and last without watering to study the effects of treatments upon drought resistance.

From the information thus obtained the following conclusions were reached:

1. The 300 p.p.m. G. A. applications on plants growing under full sunlight, resulted in an initial significant increase of the main stem height. With plants growing under shade, the height increases due to applications of G. A., showed a significant lineal effect according to the dose used. Certain increases in height were obtained, from sugar applications, in plants growing under sunlight and shade. When the two products were combined there was a lower

growth increment than when they were used separately.

2. The plant diameter was significant increased by G. A. sprays, depending upon the dose used, in plants growing under sunlight or shade. The use of both G. A. and sugar resulted in a significant decrease in diameter in comparison with single applications of either of the two compounds.

3. The plants under full sunlight, submitted to the 100 p.p.m. G. A. dose, showed a significant decrease in the growth of laterals. In the case of the sugar treatments both plants under full sunlight and under shade, showed this significant decrease in laterals growth. The interaction of both substances resulted in a still significantly reduced growth of laterals.

4. Following G. A. treatments, the number of the internodes increased in plants growing under both conditions of light. In the case of the higher doses of this compounds applied to plants under shade, a greater length of the top internodes was also observed. Combined doses of G. A. and sugar resulted in a lower number of internodes than when these compounds were used separately, differences being statistically significant.

5. The individual leaf area was larger as an effect of G. A. on both unshaded and shaded plants. In the case of shaded plants the effect was more notable. Sugar applications resulted in a smaller individual leaf area, the effect being more pronounced under full sunlight. Plants growing without shade showed a leaf chlorosis which

seems to have been caused by the high doses of the compounds used.

6. G. A. showed a tendency to increase the total foliar area per plant, higher doses corresponding to larger increases, under shade this increase was statistical significant. When sugar was sprayed once every two weeks to shaded plants, the total foliar area was significantly increased. On some plants the interaction of the two compounds used at higher doses resulted in a smaller total foliar area.

7. Following the G. A. treatments the total dry weight of shade plants increased significantly in proportion with the doses used. On the other hand sugar treatments on shaded plants resulted in a lower dry weight than the controls, the difference being highly significant. In plants in full sun the treatments of G. A. plus sugar induced a lower dry weight which means a negative interaction.

8. In unshade plants G. A. doses of 100 and 200 p.p.m. produced lower dry weights of the areal parts of the plant. On the contrary, in plants under shade, the same doses gave a lineal significant increase of the dry weight of these parts.

9. Dry weight of roots of unshaded plants increased significantly according to the sugar doses. In plants without shade the interaction of G. A. and sugar had a significant negative effect.

10. In unshaded plants a concentration of 300 p.p.m. increased significantly the percentage of dry matter of the areal parts; on the other hand in shaded plants a lower percentage of dry matter

resulted when a concentration of 200 p.p.m. was applied.

The percentage of dry matter of the same parts was significantly increased when plants in full sun were treated with sugar.

11. The percentage of dry matter of roots was significantly increased when plants without shade were treated with G. A. and when sugar was applied to plants under both conditions of light.

12. When a dose of the 200 p.p.m. of G. A. was used on plants in full sun, the percentage of the total ashes in the leaves was lower than on control plants. In shaded plants the percentage of ashes increased accordingly with the amount of the compound. Similar results were obtained with sugar sprays on plants under the same conditions of light.

13. In general major growth increases were observed in plants in full sun than in those under shade.

14. In the transplanting experiments, the applications of G. A. and sugar during the day, resulted in a more active growth of the main stem. Under this condition a significantly negative interaction was found between the two products.

15. Treated plants showed a greater defoliation five weeks after transplanting. On the other hand the number of leaves after 10 weeks was greater on those plants than on controls, this differences being highly significant in the case of the ones sprayed with sugar. Treatments applied during the day were more effective than those applied at night.

16. When sugar applications were combined with transplanting methods, the number of leaves of the control was significantly greater than those of treated plants after the first counts; but in the last observation this difference was not so high although still statistically significant.

17. The studies on stomatal aperture seem to indicate that the sugar treated plants had a greater resistance to dry soil conditions. This may be due to the development of a better root system.

18. Further works on the effect of sugar sprays on coffee trees is suggested in view of improving the performance of the plant which has a low photosynthetic rate, according to literature data.

LITERATURA CITADA

1. ALVIM, PAULO DE T. Efecto de atomizaciones con Acido Giberélico, urea y azúcar, sobre la asimilación neta y el hábito de crecimiento del frijol. *Turrialba* 7(4):100-103. Oct.-Dic. 1957.
2. _____, HAVIS, JOHN R. An improved infiltration series for studying stomatal opening as illustrated with coffee. *Plant Physiology* 29(1):97-99. Jan. 1954.
3. APPEGATE, HOWARD G. Photoperiod and temperature effects on gibberellin sprayed plants. *Botanical Gazette* 120(1):39-43. Sept. 1958.
4. BARTON, LELA V. The gibberellins: powerful plant growth regulators. *New York Academy of Sciences. Transactions (Ser. 2)* 20(8):717-732. June 1958.
5. _____, Growth response on physiologic dwarfs on Malus arnoldiana Sarg. to gibberellic acid. *Boyce Thompson Institute. Contributions* 18(8):311-317. July-Sept. 1956.
6. BOHNING, R. H., KENDALL, W. A. & LINCK, A. J. Effect of temperature and sucrose on growth and translocation in tomato. *American Journal of Botany* 40(3):150-153. Mar. 1953.
7. BOLL, WILLIAM G. Effect of sucrose concentration, length of passage, minor element nutrition, and pH value on growth of excised tomato roots. *Botanical Gazette* 116(2):156-162. Dec. 1954.
8. BRADFORD, W. W. & EWING, E. C. Preliminary studies on the application of gibberellic acid to cotton seed and seedlings. *Agonomy Journal* 50(11):648-650. Nov. 1958.
9. BRIAN, P. W. Role of gibberellin-like hormones in regulation of plant growth and flowering. *Nature* 181(4616):1122-1123. Apr. 19, 1958.
10. _____ & HEMMING, H. G. The effect of gibberellic acid on shoot growth of pea seedlings. *Physiologia Plantarum* 8(3):669-681. 1955.
11. _____, HEMMING, H. G. & RADLEY, MARGARET. A physiological comparison of gibberellic acid with some auxins. *Physiologia Plantarum* 8(4):899-912. 1955.

12. BRIAN, P. W. & OTHERS. Gibberellic acid, part VI: The biological activity of allogibberic acid and its identity with gibberellin B¹. *Plant Physiology* 33(5):329-333. Sept. 1958.
13. BUKOVAC, M. J. & WITTWER, S. H. Comparative biological activities of gibberellins A₁, A₂, A₃ and A₄. *Plant Physiology* 33(Supplement):xxxviii-xxxix. 1958.
14. _____, & WITTWER, S. H. Gibberellic acid and higher plants. I. General growth responses. Michigan Agricultural Experiment Station. Quarterly Bulletin 39(2):307-320. Nov. 1956.
15. _____, WITTWER, S. H. & GAUR, B. K. Some factors influencing the response of the bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to gibberellin. Michigan Agricultural Experiment Station. Quarterly Bulletin 41(2):296-302. Nov. 1958.
16. CALZADA BENZA, JOSE. Experimentación agrícola con aplicación a la ganadería. Lima, Perú, Ediciones Agro-ganaderas, 1954. 360 p.
17. CARVAJAL, J. F. Estudio preliminar sobre la respuesta del cafeto al Acido Giberélico. *Revista de Biología Tropical (Costa Rica)* 6(2):273-278. Dic. 1958.
18. CASTILLO Z., JAIME & CALLE V., HERNAN. Observación del efecto de la giberelina en plántulas de café. *Cenicafé (Chinchiná, Colombia)* 9(3-4):56-72. Mar.-Abr. 1958.
19. CATHEY, H. M. Growth evaluations of four gibberellins and several derivatives. *Plant Physiology* 33(Supplement):xliii. 1958.
20. COGGINS, C. W., JR. & HIELD, H. Z. Gibberellin on orange fruit; content of ascorbic acid, hydrogen ion and juice increased while rind color, thickness and texture coarseness decreased. *California Agriculture* 12(9):11. Sept. 1958.
21. COOIL, BRUCE J. Leaf composition in relation to growth and yield of coffee in Kona. Kona, Hawaii, Coffee Information Exchange, 1954. 13 p.
22. _____ & NAKAYAMA, M. Carbohydrate balance as a major factor affecting yield of the coffee tree. Hawaii Agricultural Experiment Station. Progress Notes no. 91. Aug. 1953. 16 p.
23. COOPER, WILLIAM C. & PEYNADO, ASCENSION. Effect of gibberellic acid on growth and dormancy in citrus. Unpublished paper. U. S. Department of Agriculture, Crops Division & Texas Agricultural Experiment Station, Weslaco, Texas, n. d. 14 p.

24. DUGGER, W. M., JR., HUMPHREYS, T. E. & CALHOUN, BARBARA. The influence of boron on starch phosphorylase and its significance in translocation of sugars in plants. *Plant Physiology* 32(4):364-370. July 1957.
25. ELI LILLY & CO. AGRICULTURAL & INDUSTRIAL PRODUCTS DIVISION. Gibberellin fact book; a collection of facts about the use of gibberellins. Indiana, Indianapolis, 1956. Various pagings.
26. EMMERT, E. M. & KLINKER, J. EDWARD. Spraying tomato foliage with sucrose to increase carbohydrates and protect against injury by urea sprays. Kentucky Agricultural Experiment Station. Bulletin 550. May 1950. 4 p.
27. ERGLE, DAVID R. Compositional factors associated with the growth responses on young cotton plants to gibberellic acid. *Plant Physiology* 33(5):344-346. Sept. 1958.
28. GAUCH, HUGH G. & DUGGER, W. M., JR. The role of boron in the translocation of sucrose. *Plant Physiology* 28(3):457-466. July 1953.
29. GUISCAFRE-ARRILLAGA, JAIME. Sombra, sol y riego. *Café de El Salvador* 27(308-309):320-351. Julio-Agosto 1957.
30. HABER, ALAN H. & TOLBERT, N. E. Photosynthesis in gibberellin-treated leaves. *Plant Physiology* 32(2):152-153. Mar. 1957.
31. HUDSON, J. P. Effects of weather on plant behaviour. *Nature* 182(4646):1337-1340. Nov. 15, 1958.
32. HUERTA SALANOVA, ARMANDO. La influencia de la intensidad de luz en la eficiencia asimilatoria y el crecimiento del cafeto. Tesis M. A. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1954. 69 p.
33. HUMPHRIES, E. C. Effect of boron on production of adventitious roots. In Rothamsted Experiment Station. Report for 1956. Harpenden, England, 1957. p. 79.
34. JIMENEZ S., EDUARDO. Estudios preliminares del efecto del Acido Giberélico sobre el crecimiento del cafeto. *Comunicaciones de Turrialba* no. 64. 1959. 33 p.
35. JONES, P. A. Gibberellic acid. In Coffee Board of Kenya. Annual report and accounts for the year ended 31st March, 1959. V. Coffea Team Services. *Kenya Coffee* 24(281):171. May 1959.

36. KATO, YUKIO. Responses of plant cells to gibberellin. *Botanical Gazette* 117(1):16-24. Sept. 1955.
37. KRASIL'NIKOV, N. A. La giberelina soviética. *Priroda* 47(7):81-84. 1958. (En Ruso). (Original no disponible para consultar; compendiado en inglés en: *Horticultural Abstracts* 29(1):Abstract 61. Mar. 1959.
38. LINDEN, R. & TILKIN, N. Les pulvérisations de sucre sur les plantes. *Bulletin Horticole (Belgique) (N. S.)* 8(6):172-175. Juin 1953.
39. LOCKHART, JAMES A. Studies on the organ of production on the natural gibberellin factor in higher plants. *Plant Physiology* 32(3):204-207. May 1957.
40. _____, & BONNER, JAMES. Effects of gibberellic acid on the photoperiod-controlled growth of woody plants. *Plant Physiology* 32(5):492-494. Sept. 1957.
41. LONG, WILLIAM G., SWEET, D. V. & TUKEY, H. B. The loss of nutrients by leaching of the foliage. *Michigan Agricultural Experiment Station. Quarterly Bulletin* 38(4):528-532. May 1956.
42. McVEY, G. R. & WITTEWER, S. H. Gibberellin and higher plants: XI. Responses of certain woody ornamental plants. *Michigan Agricultural Experiment Station. Quarterly Bulletin* 40(3):679-697. Feb. 1958.
43. MARTH, PAUL C., AUDIA, WILLIAM V. & MITCHELL, JOHN W. Effects of gibberellic acid on growth and development of plants of various genera and species. *Botanical Gazette* 118(2):106-111. Dec. 1956.
44. MONACO, LOURIVAL CARMO & CARVALHO, ALCIDES. Efeito da gibberilina em mutantes de café. *Superintendencia dos Serviços do Café, Sao Paulo, Brasil. Boletim* 33(380):17-23. Out. 1958.
45. MONTOYA, LUIS A. Comunicación personal (Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Departamento de Fitotecnia).
46. OZAKI, HENRY Y. & CAREW, JOHN. Foliar application of urea to tomatoes and beans. *American Society for Horticultural Science. Proceedings* 64:307-310. Dec. 1954.
47. PLANT PROTECTION LIMITED. Gibberellic acid. Nr. Haslemere, Surrey, England, Fernhurst Research Station, 1957? 35 p.

48. RAPPAPORT, LAWRENCE. Effect of gibberellin on growth, flowering and fruiting of the earlypak tomato, Lycopersicon esculentum. Plant Physiology 32(5):440-444. Sept. 1957.
49. ROHRBAUGH, LAWRENCE M. & RICE, ELROY L. Effect of application of sugar on the translocation of sodium 2,4-dichlorophenoxyacetate by bean plants in the dark. Botanical Gazette 111(1):85-89. Sept. 1949.
50. SISLER, EDWARD C., DUGGER, W. M., JR. & GAUCH, HUGH G. The role of boron in the translocation of organic compounds in plants. Plant Physiology 31(1):11-17. Jan. 1956.
51. SMITH, PAUL G. & ZINK, FRANK W. Effect of sucrose foliage sprays on tomato transplants. American Society for Horticultural Science. Proceedings 58:168-178. 1951.
52. STOWE, BRUCE B. & YAMAKI, TOSHIO. Gibberellins: stimulants of plant growth; thirty years' work in Japan has initiated worldwide research with a level group of plant hormones. Science 129(3352):807-816. 27 March 1959.
53. STREET, H. E. & LOWE, J. S. The carbohydrate nutrition of tomato roots. II. The mechanism of sucrose absorption by excised roots. Annals of Botany (N. S.) 14(55):307-329. July 1950.
54. SYLVAIN, PIERRE G. La asimilación del carbono o fotosíntesis del Coffea arabica L. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1958. 13 p. (Estudios de Café y Cacac).
55. VAN OVERBEEK, J. Absorption and translocation of plant regulators. In Annual review of plant physiology. Palo Alto, California, Annual Reviews, Inc., 1956. Vol. 7, pp. 355-372.
56. VITTORIO, P. V., KROTKOV, G. & REED, G. B. Synthesis of radioactive sucrose by tobacco leaves from C¹⁴ uniformly labelled glucose and glucose-1-phosphate. Canadian Journal of Botany 32(3):369-377. May 1954.
57. WATSON, D. J. Leaf growth in relation to crop yield. In Nottingham, Eng. University. Easter School in Agricultural Science. 3d, 1956. Proceedings: Growth of leaves. London, Butterworths Scientific Publications, 1956. pp. 178-191.
58. WEATHERLEY, P. E. On the uptake and hydrolysis of sucrose by leaf tissues. New Phytologist 52(1):76-79. Feb. 1953.

59. WEATHERLEY, P. E. Preliminary investigations into the uptake of sugars by floating leaf disks. *New Phytologist* 53(2):204-216. May 1954.
60. WEAVER, ROBERT J. & McCUNE, STANLEY B. Response of certain varieties of Vitis vinifera to gibberellin. *Hilgardia* 28(13):297-350. Feb. 1959.
61. WELLER, L. E. & OTHERS. The effect of gibberellic acid on enzyme activity and oxygen uptake in bean plants (Phaseolus vulgaris) *Plant Physiology* 32(4):371-372. July 1957.
62. WENT, F. W. & CARTER, MARCELLA. Growth response of tomato plants to applied sucrose. *American Journal of Botany* 35(2):95-106. Feb. 1948.
63. _____, & CARTER, MARCELLA. Wounding and sugar translocation. *Plant Physiology* 20(3):457-460. July 1945.
64. WITTWER, S. H. Effect of time of day on relative absorption of isotopically labeled nutrients by plant foliage. In Atomic Energy Research. Progress report on atomic energy research in medicine, biology, agriculture and food preservation. 84th Congress, 2d Session, June 4-8, 1958. Washington, D. C., Government Printing Office, 1956. pp. 44-45. (Exhibit 29).
65. _____, & BUKOVAC, M. J. The effects of gibberellin on economic crops. *Economic Botany* 12(3):213-255. July Sept. 1958.
66. YARWOOD, C. E. Detached leaf culture. *Botanical Review* 12(1):1-56. Jan. 1946.

A P E N D I C E

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.
Repeticiones	9	62.478	6.942	2.208 *
Tratamientos	11	50.787	4.617	1.468
Giberélicos	3	18.917	6.305	2.006
Gib. lineal	1	3.466	3.466	1.006
Gib. cuadrático	1	14.981	14.981	4.766 **
Gib. cúbico	1	0.470	0.470	0.149
Azúcares	2	8.380	4.190	1.333
Az. lineal	1	6.560	6.560	2.087
Az. cuadrático	1	1.820	1.820	0.579
Inter. Gib. x Az.	6	23.490	3.915	1.245
Gib. lineal x Az. lineal	1	11.390	11.390	3.623 o
Gib. cuad. x Az. lineal	1	0.164	0.164	0.052
Gib. cúb. x Az. lineal	1	2.484	2.484	0.790
Gib. lineal x Az. cuad.	1	4.082	4.082	1.298
Gib. cuad. x Az. cuad.	1	3.705	3.705	1.178
Gib. cúb. x Az. cuad.	1	1.665	1.665	0.529
Error	99	321.190	3.143	
Total	119	434.455		

C.V. = 66.70%

o significativo al nivel del 10% * significativo al nivel del 5% ** significativo al nivel del 1%

ANALISIS DE LA VARIANCIA DE LOS BLOQUES CON SOMBRA DE 50% APROXIMADAMENTE

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.
Repeticiones	9	11.764	1.307	1.209
Tratamientos	11	28.235	2.566	2.373 ▲
Giberélicos	3	17.493	5.831	5.394 ▲▲
Gib. lineal	1	17.442	17.442	16.135 ▲▲
Gib. cuadrático	1	0.045	0.045	0.041
Gib. cúbico	1	0.006	0.006	0.005
Azúcares	2	6.466	3.233	2.991 o
Az. lineal	1	6.105	6.105	5.647 ▲
Az. cuadrático	1	0.361	0.361	0.333
Inter. Gib. x Az.	6	4.276	0.712	0.658
Gib. lineal x Az. lineal	1	0.207	0.207	0.191
Gib. cuad. x Az. lineal	1	1.026	1.026	0.909
Gib. cúb. x Az. lineal	1	0.105	0.105	0.097
Gib. lineal x Az. cuad.	1	2.036	2.036	1.883
Gib. cuad. x Az. cuad.	1	0.235	0.235	0.217
Gib. cúb. x Az. cuad.	1	0.667	0.667	0.617
Error	99	107.075	1.081	
Total	119	147.074		

ANALISIS DE LA VARIANCIA DE LOS BLOQUES A COMPLETO SOL

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.
Repeticiones	9	225.350	25.038	1.607
Tratamientos	11	504.860	45.896	2.946 ††
Giberélicos	3	53.502	17.833	1.440
Gib. lineal	1	36.015	36.015	2.311
Gib. cuadrático	1	8.112	8.112	0.520
Gib. cúbico	1	9.375	9.375	0.601
Azúcares	2	73.320	36.660	2.353 o
Az. lineal	1	49.770	49.770	3.194 o
Az. cuadrático	1	23.550	23.550	1.511
Inter. Gib. x Az.	6	428.090	71.348	4.580 ††
Gib. lineal x Az. lineal	1	241.336	241.336	15.492 ††
Gib. cuad. x Az. lineal	1	5.356	5.356	0.343
Gib. cúb. x Az. lineal	1	25.959	25.959	1.666
Gib. lineal x Az. cuad.	1	109.592	109.592	7.035 ††
Gib. cuad. x Az. cuad.	1	43.160	43.160	2.770 o
Gib. cúb. x Az. cuad.	1	2.697	2.697	0.173
Error	99	1,542.250	15.578	
Total	119			2,372.460

ANALISIS DE LA VARIANCIA DE LOS BLOQUES CON SOMBRA DE 50% APROXIMADAMENTE

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.
Repeticiones	9	199.110	22.123	2.077 *
Tratamientos	11	206.070	18.733	1.759 o
Giberélicos	3	143.560	47.853	4.494 **
Gib. lineal	1	124.490	124.490	11.691 **
Gib. cuadrático	1	0.645	0.645	0.060
Gib. cúbico	1	18.425	18.425	1.730
Azúcares	2	4.230	2.115	0.198
Az. lineal	1	3.650	3.650	0.342
Az. cuadrático	1	0.580	0.580	0.054
Inter. Gib. x Az.	6	58.280	9.713	0.912
Gib. lineal x Az. lineal	1	1.612	1.612	0.151
Gib. cuad. x Az. lineal	1	7.960	7.960	0.747
Gib. cúb. x Az. lineal	1	1.300	1.300	0.122
Gib. lineal x Az. cuad.	1	7.141	7.141	0.670
Gib. cuad. x Az. cuad.	1	32.362	32.362	3.039 o
Gib. cúb. x Az. cuad.	1	7.905	7.905	0.742
Error	99	1,054.160	10.648	
Total	119	1,459.340		